ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ

ಸಂಪುಟ ೧೮ ಸಂಚಿಕೆ ೧-೨

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
ಮೈಸೂರು
೧೯[illegible]

ಲೇಖಕರಿಗೆ ಸೂಚನೆಗಳು

೧. **ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ**ದಲ್ಲಿ ಸ್ವತಂತ್ರ ಲೇಖನಗಳನ್ನಲ್ಲದೆ ಶ್ರೇಷ್ಠ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಬರೆದ ಲೇಖನಗಳ ಕನ್ನಡ ಅನುವಾದಗಳನ್ನೂ ಉತ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮತ್ತು ಕನ್ನಡ ವಿಜ್ಞಾನ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಪರಿಚಯಾತ್ಮಕ ಲೇಖನಗಳನ್ನೂ ಪ್ರಕಟಿಸಲಾಗುವುದು. ಅನುವಾದವಾಗಿದ್ದರೆ ಮೂಲಲೇಖಕರ ಮತ್ತು ಲೇಖನದ ಹೆಸರನ್ನೂ ಲೇಖನದ ಆಕರವನ್ನೂ ತಿಳಿಸಬೇಕು. ಅಲ್ಲದೆ ಮೂಲ ಲೇಖಕರ ಅಥವಾ ಪ್ರಕಾಶಕರ ಸಮ್ಮತಿಯನ್ನು ಲೇಖನದ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಕಳುಹಿಸಬೇಕು.

೨. ಇತರ ಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗಿರುವ ಇಲ್ಲವೆ ಪ್ರಕಟವಾಗಲಿರುವ ಲೇಖನಗಳನ್ನು **ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ** ಸ್ವೀಕರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂಥ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಣೆಗಾಗಿ ಕಳುಹಿಸಬಾರದಾಗಿ ವಿನಂತಿ.

೩. ಲೇಖನವನ್ನು ಕಾಗದದ ಒಂದೇ ಕಡೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಬರೆದಿರಬೇಕು ಇಲ್ಲವೇ ಟೈಪು ಮಾಡಿರಬೇಕು. ಲೇಖನದೊಂದಿಗೆ ಲೇಖಕರ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಪರಿಚಯವನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡಬೇಕು. ಲೇಖಕರಿಗೆ ಕರಡು ತಿದ್ದುವ ಅವಕಾಶ ನೀಡಲು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ ಬರವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಸಂದಿಗ್ಧತೆಗೆ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಅವಕಾಶ ಕೊಡಕೂಡದು.

೪. ಲೇಖನಕ್ಕೆ ಚಿತ್ರಗಳೇನಾದರೂ ಅವಶ್ಯವಿದ್ದರೆ ಅವನ್ನು ಚಿತ್ರಕಾರರ ಕೈಯಲ್ಲಿ ಇಂಡಿಯನ್ ಇಂಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಬರೆಸಿ ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡಬೇಕು. ಅದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಪ್ರಕಟಿತ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿರುವ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಸೂಚಿಸಬಹುದು. ಅದರಲ್ಲಿ ಮಾಡಬೇಕಾಗಬಹುದಾದ ಅಲ್ಪ ಸ್ವಲ್ಪ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿದ್ದರೆ ಅದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತಿಳಿಸಬೇಕು.

೫. ಲೇಖಕರಿಗೆ ಲೇಖನದ ೨೫ ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಲಾಗುವುದು. ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಪ್ರತಿ ಬೇಕಾದವರು ಮುಂಚೆಯೇ ತಿಳಿಸಬೇಕು ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ತಗಲುವ ವೆಚ್ಚವನ್ನು ವಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

೬. ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿಕೊಟ್ಟರೆ ಅವುಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಮುಂದಿನ ಸಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಲಾಗುವುದು. ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನೂ ಓದುಗರ ಪತ್ರಗಳನ್ನೂ ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಅಥವಾ ಬಿಡುವ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸಂಪಾದಕರಿಗೇ ಸೇರಿದೆ.

೭. ಕನ್ನಡ ಮತ್ತು ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ವಿಮರ್ಶೆಗಾಗಿ ಸ್ವೀಕರಿಸಲಾಗುವುದು. ವಿಮರ್ಶೆಗಾಗಿ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸುವವರು ಎರಡು ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡಬೇಕು.

೮. ಲೇಖನಗಳನ್ನೂ ವಿಮರ್ಶೆಗಾಗಿ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನೂ ಕಳುಹಿಸುವವರು **ಸಂಪಾದಕರು, ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ, ಪ್ರಸಾರಾಂಗ, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು-೬** ಎಂಬ ವಿಳಾಸಕ್ಕೆ ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡಬೇಕು.

ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ

ಸಂಪುಟ ೧೮ ಸಂಚಿಕೆ ೧-೨

ಮೈಸೂರು
ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
೧೯೮೬

VIJNANA KARNATAKA, Kannada quarterly of the University of Mysore. Volume 18, No. 1-2 (Combined issue), 1986. Edited by Dr. Sarvotham Y. Ambekar and A. Nagabhushana Rao Sindhe.

ಪ್ರಧಾನ ಸಂಪಾದಕರು

ಡಾ. ಎಚ್. ತಿಪ್ಪೇರುದ್ರಸ್ವಾಮಿ

ಸಂಪಾದಕರು

ಡಾ. ಸರ್ವೋತ್ತಮ ವೈ. ಅಂಬೇಕರ

ಎ. ನಾಗಭೂಷಣರಾವ್ ಸಿಂಧೆ

೧೯. ೮. ೮೨

ಪ್ರಕಾಶಕರು

ಕೆ. ಟಿ. ವೀರಪ್ಪ

ನಿರ್ದೇಶಕರು, ಪ್ರಸಾರಾಂಗ, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, ಮೈಸೂರು

ಮುದ್ರಕರು

ನಿರ್ದೇಶಕರು, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಮುದ್ರಣಾಲಯ, ಮೈಸೂರು

ಪರಿವಿಡಿ

ಡಾ. ಕೆ. ಗೋಪಾಲ*

ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚನೆ†

ಮನುಷ್ಯ ಜೀವನಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣವಾದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಅವನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವುದು ಸಹಜವೇ ಆಗಿದೆ. ಶಖೆ ಜಾಸ್ತಿಯಾಯಿತು ಉಷ್ಣವಾಯಿತು, ಛಳಿ ವಿಪರೀತವಾಗಿ ಶೀತವಾಗಿದೆ ಎಂದು ಮುಂತಾಗಿ ಹೇಳುವುದನ್ನು ನಾವು ಕೇಳಿಯೇ ಇದ್ದೇವೆ. ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದಂತೆ ಮಳೆ ಬೀಳುವುದಾಗಲಿ, ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದಂತೆ ಅತಿಯಾಗಿ ಗಾಳಿ ಬೀಸುವುದಾಗಲೀ ಆಗುವುದರಿಂದ ಜನಜೀವನದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಮಳೆ ಬೀಳುವ ಸಮಯ, ಬಿರುಗಾಳಿಯು ಬಂದುಹೋಗುವ ಸಮಯ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿದ್ದರೆ ಬಹಳ ಉತ್ತಮ. ಆದರಿಂದ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಉತ್ತು ಬಿತ್ತುವುದಕ್ಕೆ ಮನೆ ಮಠಗಳನ್ನು ಜೋಪಾನವಾಗಿಡುವುದಕ್ಕೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುತ್ತದೆ. ಸಮುದ್ರದ ಮೇಲಿನ ಹವಾಮಾನ ನಾವಿಕರಿಗೆ ಅತಿ ಮುಖ್ಯ. ಅದು ಅವರ ಸಾವು ಬದುಕಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಸಮುದ್ರದ ತೀರಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿರುವವರಿಗೂ ಸಹ. ಬಿರುಗಾಳಿಯಿಂದ ಬಡಿದೆದ್ದು ಬರುವ ದೈತ್ಯಾಕಾರದ ಸಮುದ್ರದ ಅಲೆಗಳು ಅವರ ಹಳ್ಳಿಗಳನ್ನೇ ಮುಳುಗಿಸಬಹುದು, ಅದರಿಂದಾಗುವ ಸಾವು ನೋವುಗಳು ಹೇಳತೀರದು. ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಆಂಧ್ರದ ಪೂರ್ವ ತೀರಪ್ರದೇಶವಾದ ದಿವಿ ತಾಲ್ಲೂಕನ್ನೇ ಅಲ್ಲೋಲ ಕಲ್ಲೋಲಗೊಳಿಸಿ ಊರೂರುಗಳನ್ನೇ ಬಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಭೀಕರ ಸಮುದ್ರ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಭಾವ ನಿಮಗೆ ತಿಳಿದೇ ಇದೆ. ಇಷ್ಟು ಭೀಕರವಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಇಂತಹ ಅನಾಹುತಗಳು ಸಮುದ್ರ ತೀರಗಳಲ್ಲಿ ಆಗುತ್ತಿರುವುದು ಸರ್ವೇಸಾಮಾನ್ಯ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಸಮುದ್ರ ತೀರದಲ್ಲಿರುವವರಿಗೆ ಅದರಲ್ಲೂ ಮೀನುಗಾರರಿಗೆ ಇಂತಹ ಹವೆಯ ಮುನ್ಸೂಚನೆಯನ್ನು ಹಲವಾರು ಗಂಟೆಗಳ ಮುಂಚೆಯೇ ತಿಳಿಸುತ್ತಾರೆ. ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಪುರಿಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಭೀಕರ ಬಿರುಗಾಳಿಯ ಮುನ್ಸೂಚನೆಯನ್ನು ಅಲ್ಲಿರುವವರಿಗೆ 12 ಘಂಟೆಗಳ ಮುಂಚೆಯೇ ತಿಳಿಸಲಾಗಿತ್ತು.

ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚನೆಯ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯುವ ಮುನ್ನ ಹವಾ ಬದಲಾವಣೆ

---

* ರೀಡರ್, ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗ, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು-೬

† ಆಕಾಶವಾಣಿ, ಮೈಸೂರು ನಿಲಯದಿಂದ ಪ್ರಸಾರವಾದ ಭಾಷಣ

ಗಳ ಕಾರಣವನ್ನು ತಿಳಿಯೋಣ. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಭೂಮಿಗೆ ಬರುವ ವಿಕಿರಣ ಶಕ್ತಿಯು ಹ್ರಸ್ವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿಯ 30 ಶತಾಂಶವನ್ನು ನಮ್ಮ ವಾತಾವರಣ ಮತ್ತು ಮೋಡಗಳು ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತವೆ. ಉಳಿದ 70 ಶತಾಂಶವನ್ನು ನಮ್ಮ ವಾತಾವರಣ, ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಸಮುದ್ರಗಳು ಹೀರಿಕೊಂಡು ತಮ್ಮ ತಾಪವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ಹೆಚ್ಚಾದ ತಾಪದಿಂದಾಗಿ ವಾತಾವರಣ, ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಸಮುದ್ರಗಳು ತಮ್ಮ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪುನಃ ಪ್ರಸಾರ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಪುನಃ ಪ್ರಸರಿತವಾದ ಶಕ್ತಿಯು ರಕ್ತಾತೀತ ತರಂಗಗಳಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. (ಈ ಪುನಃ ಪ್ರಸರಿತ ಶಕ್ತಿಯು ಮೋಡಗಳಿಂದ 38 ಶತಾಂಶವೂ ವಾತಾವರಣದಿಂದ 17 ಶತಾಂಶವೂ ಮತ್ತು ಭೂ-ಸಮುದ್ರಗಳಿಂದ 15 ಶತಾಂಶವೂ ಆಗಿರುತ್ತದೆ). ಹೀಗೆ ಒಳ ಬರುವ ಹ್ರಸ್ವ ತರಂಗದ ಸೌರಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಹೊರ ಹೋಗುವ ದೀರ್ಘತರಂಗ ಶಕ್ತಿಗಳ ಸಮತೋಲನ ದಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಮತ್ತು ವಾತಾವರಣದ ತಾಪವು ನಿರ್ಧರಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಕಿರಣ ಸಮತೋಲನವು ತಪ್ಪಿದಾಗಲೇ ಹವಾಮಾನದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳುಂಟಾಗುವುದು.

ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಯು ನೇರವಾಗಿ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ವಾರೆಯಾಗಿ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ವಾತಾವರಣದ ತಾಪವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ವಾತಾವರಣದ ತಾಪವು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಂದ ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗೆ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯು ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಈ ಹರಿಯು ವಿಕೆಯು ಸಮುದ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಮತ್ತು ವಾತಾವರಣದ ಮೂಲಕ ಆಗುತ್ತದೆ. ಈ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿ ಚಲನೆ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ಪರಿಭ್ರಮಣಗಳು ಸೇರಿ ಗಾಳಿ ಮತ್ತು ಸಮುದ್ರ ಪ್ರವಾಹಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ. (ಮೆಕ್ಸಿಕೊ ಕಡೆಯಿಂದ ಯೂರೋಪಿನ ಪಶ್ಚಿಮ ತೀರಗಳೆಡೆಗೆ ಹರಿಯುವ ಗಲ್ಫ್‌ಸ್ಟ್ರೀಮ್ ಉಂಟಾಗುವುದು ಇದೇ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ. ಈ ಗಲ್ಫ್‌ಸ್ಟ್ರೀಮ್ ಪಶ್ಚಿಮ ಯೂರೋಪಿನ ಹವಾಗುಣದ ಮೇಲೆ ಬಹಳಷ್ಟು ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತದೆ.)

ಈಗ ಹೇಳಿದ ವಿಷಯಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಕೆಲವು ಹಿಂಕೊಡುಗೆಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳೂ ಇವೆ (ಅಂದರೆ ಫೀಡ್ ಬ್ಯಾಕ್ ಸಿಸ್ಟಮ್ಸ್). ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿನ ಮಂಜು ಮತ್ತು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಗಳು ಸೂರ್ಯ ರಶ್ಮಿಯನ್ನು ಬಹಳವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅವುಗಳ ತಾಪವೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ತಾಪವು ಕಡಿಮೆಯಾದರೆ ಅಲ್ಲಿ ಮಂಜು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ರೂಪಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ತಾಪವು ಇನ್ನೂ ಕಡಿಮೆ ಯಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಹೀಗೆಯೇ. ಇದು ಧನ ಹಿಂಕೊಡುಗೆಯೆನಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ವಾತಾವರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಋಣ ಹಿಂಕೊಡುಗೆಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳೂ ಉಂಟು. ಇವೆಲ್ಲವೂ ಸೇರಿ ವಾತಾವರಣದ ವ್ಯಾಪಕ ಚಲನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ. ಗಾಳಿಯ ಚಲನೆ ಮತ್ತು ತಾಪ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಹವಾ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣಗಳಾಗಿವೆ.

ಹವಾ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಮುಂಚೆಯೇ ತಿಳಿಯುವುದೆಂತು ? ಅನಾದಿಕಾಲದಿಂದಲೂ ಮಾನವ ಈ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಿದ್ದಾನೆ. ಹತ್ತಾರು ವರ್ಷಗಳ ಹವೆಯ ರೀತಿ ನೀತಿಗಳನ್ನು ತಿಳಿದ ನಂತರ ಅದು ಮುಂದಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಬಹುದೆಂದು ಹೇಳುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಸಮಂಜಸವೇ ಆಗಿದೆ. ಆದರೆ ದೈನಂದಿನ ಹವೆಯನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಮುನ್ಸೂಚಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವೇ ಇಲ್ಲ. ಕಾರಣ, ಹವೆ ಅತಿ ವಿಚಿತ್ರವಾಗಿ ಬದಲಾಗಿ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಬಿಸಿಲುಗಾಲ, ಛಳಿಗಾಲ, ಮಳೆಗಾಲ ಎಂಬಿತ್ಯಾದಿ ವ್ಯಾಪಕವಾದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಅನುಭವದಿಂದ ಮುನ್ಸೂಚಿಸಬಹುದು. (ಹವೆಯ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಅನುಭವದಿಂದ ಹೇಳಿರುವ ಕೆಲವು ಮಾತುಗಳುಂಟು "ಸೂರ್ಯ ಚಂದ್ರರ ಸುತ್ತ ಪ್ರಭಾವಳಿಗಳು ಕಂಡರೆ ಮಳೆಯಾಗುತ್ತದೆ" ಈ ಮಾತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿಯೂ ಸರಿಯಾಗಿದೆ. ಸೂರ್ಯ ಚಂದ್ರರ ಬೆಳಕು ಅತಿ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿರುವ ಮಂಜಿನ ಹರಳುಗಳುಳ್ಳ ಮೋಡಗಳಿಂದ ನಮನವಾದಾಗ (Refraction) ಇಂತಹ ಪ್ರಭಾವಳಿಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಮೋಡಗಳಿಂದ ಮಳೆಬೀಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯುಂಟು. ಹೀಗೆಯೇ ಇನ್ನೊಂದು ಮಾತೂ ಉಂಟು "ಮೋಡಗಳು ಮುಸುಕಿದ್ದು ಜೋರಾಗಿ ಗಾಳಿ ಬೀಸುತ್ತಿದ್ದರೆ ಮಳೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ" ಎಂಬಿತ್ಯಾದಿ).

ಅದೃಷ್ಟವಶಾತ್ ಮೈಸೂರಿನ ಸುತ್ತಮುತ್ತ ಅಥವಾ ಇಡೀ ಕರ್ಣಾಟಕವೇ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೂ ನಾವು ಹವಾ ವೈಪರೀತ್ಯಗಳನ್ನು ಕಾಣಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಮಳೆಯಾಗಲಿಲ್ಲವೆಂಬ ಕೊರತೆಯೊಂದನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ನಮಗೆ ಬೇರೆ ಚಿಂತೆ ಇಷ್ಟಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಉತ್ತರ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಉತ್ತರ ಭೂಖಂಡಗಳಲ್ಲಿ ಹವಾ ವೈಪರೀತ್ಯ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲಿ ವಿಪರೀತ ಛಳಿ ಅಥವಾ ವಿಪರೀತ ಶಖೆಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಮಂಜು ಕವಿಯುತ್ತದೆ. ಮಂಜಿನ ಬಿರುಗಾಳಿಗಳೂ ಉಂಟಾಗಬಹುದು. ಇಂತಹ ವಿಪರೀತ ಹವಾ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ಬದುಕುವ ಜನರು ಹವೆಯ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ಆಸ್ತೆವಹಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಆಶ್ಚರ್ಯವೇನಿಲ್ಲ. ಆ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಜನರು ಒಬ್ಬರನ್ನೊಬ್ಬರು ಭೇಟಿಯಾದಾಗ "ಈ ದಿನ ಹವೆ ಬಹಳ ಚನ್ನಾಗಿದೆಯಲ್ಲವೆ" ಎಂದು ಹೇಳುವುದು ಸಾಮಾನ್ಯ. ಇಲ್ಲಿನ ನಾವಾದರೋ ದೂರದ ಸ್ನೇಹಿತರನ್ನು ಕಂಡಾಗ ಹಾಕುವ ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಪ್ರಶ್ನೆ "ನಿಮ್ಮ ಕಡೆ ಮಳೆ–ಬೆಳೆ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಆಗಿದೆಯೋ ?" ಎಂದು. ಹಾಗೆಯೇ ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವ ನಾವಿಕರಿಗೆ ಅದೂ ಹಿಂದಿನ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಮಳೆ ಮತ್ತು ಬಿರುಗಾಳಿಯದೇ ಚಿಂತೆಯಿರುತ್ತಿತ್ತು. ಏಕೆಂದರೆ ಅವರಿಗೆ ಅದು ಬದುಕು–ಸಾವುಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆ. ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅದೆಷ್ಟೋ ಹಡಗುಗಳು ಮಳೆ ಬಿರುಗಾಳಿಗಳಿಂದಾಗಿ ಮುಳುಗಿ ಹೋಗಿವೆ. ಈಗಿನ ಕಾಲದ ಆಧುನಿಕ ಹಡಗುಗಳೂ ಬಿರುಗಾಳಿಗೆ ಸಿಕ್ಕಿ ಛಿದ್ರವಾಗಿ ಹೋಗಿರುವ ಉದಾಹರಣೆಗಳುಂಟು. ಹೀಗಾಗಿ ನಾವಿಕರು ಬಹಳ ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಬಹಳ ಆಸ್ತೆ ವಹಿಸಿರುವುದು ಸಹಜವೇ. ನಾವಿಕರು ಬದಲಾಗುವ ಆಕಾಶವನ್ನು, ಮೋಡಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು, ಬೀಸುವ ಗಾಳಿ

ಯನ್ನು ಮತ್ತು ಸಮುದ್ರದ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ, ಅವುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಸಕ್ರಮವಾಗಿ ಬರೆದಿಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಹೀಗೆ ಸಂಗ್ರಹವಾದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಅವರು ತಮ್ಮ ಹಡಗುಗಳನ್ನು ಸಾಧ್ಯವಾದ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಬಿರುಗಾಳಿಗಳಿಂದ ತಪ್ಪಿಸುತ್ತಿದ್ದರು.

ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚನೆ ಮಾನವನಷ್ಟೇ ಹಳೆಯದಾದರೂ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚನೆಯು ಪ್ರಾರಂಭವಾದದ್ದು ಸುಮಾರು 100 ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಮಾತ್ರ. ಕಾರಣವೇನೆಂದರೆ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚನೆಗೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಮತ್ತು ಸಮುದ್ರದ ಮೇಲಿನ ಸಾವಿರಾರು ತಾಣಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಹವೆಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಹೇಗಿದೆಯೆಂಬುದು ತಿಳಿಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಇವು ಒಂದು ಕೇಂದ್ರ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಆದಷ್ಟು ಜಾಗ್ರತೆ ತಲಪಬೇಕು. ಒಂದು ಕೇಂದ್ರ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಈ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿ ಮುಂದೆ ಹವೆಯು ಹೇಗೆ ಬದಲಾಗಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ರೂಪಿಸಿ ವಿವಿಧ ಸ್ಥಾನಗಳಿಗೆ ರವಾನಿಸುತ್ತಾರೆ. 1840ರಲ್ಲಿ ಆವಿಷ್ಕರಿಸಿದ ಟೆಲಿಗ್ರಾಫ್ ಯಂತ್ರದಿಂದ ಇದು ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತು. ಹವಾಟೆಲಿಗ್ರಫಿ ಮತ್ತು ಮುನ್ಸೂಚನೆಯ ಮೊದಲ ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಸುಮಾರು 1860ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಾರಂಭವಾದುವು. ನಂತರ ಸುಮಾರು ಹತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚನೆಯ ಕೇಂದ್ರಗಳು ಸ್ಥಾಪಿಸಲ್ಪಟ್ಟವು.

ಮೊದಮೊದಲಲ್ಲಿ ತೀವ್ರ ಬಿರುಗಾಳಿಗಳ ಮುನ್ಸೂಚನೆ ಕಷ್ಟವಾಯಿತು. ಏಕೆಂದರೆ ತೀವ್ರ ಬಿರುಗಾಳಿಗಳು ಸಮುದ್ರದ ಕಡೆಯಿಂದ ಬೀಸುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಇವುಗಳ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಸಮುದ್ರದ ಮೇಲೆ ಅನೇಕ ಕಡೆಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಬೇಕು. ಇದು ಟೆಲಿಗ್ರಫಿಯಿಂದ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇದು ಸಾಧ್ಯವಾದುದು ರೇಡಿಯೋಟೆಲಿಗ್ರಫಿ ಆವಿಷ್ಕಾರವಾದ ಮೇಲೆ ಮಾತ್ರ, ಅಂದರೆ 1900–1920ರಲ್ಲಿ. ಹಡಗುಗಳಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋವಿನ ಉಪಯೋಗ ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ಮೇಲೆ ಸಮುದ್ರದ ಅನೇಕ ಕಡೆಗಳಿಂದ ಮಾಹಿತಿ ಸಂಗ್ರಹಣೆ ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಮೊದಲನೆಯ ಮಹಾಯುದ್ಧದ ನಂತರ ವಿಮಾನಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಎತ್ತರದ ವಾಯುಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಹವಾಮಾಹಿತಿಯ ಸಂಗ್ರಹಣೆಯನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದರು. ಸುಮಾರು 1930ರಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ಸೋಂಡ್ ಎನ್ನುವ ಉಪಕರಣವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದರು. ಬೆಲೂನುಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ತ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟಿ ಹಾರಿಬಿಟ್ಟರೆ, ಬೆಲೂನು ಮೇಲೆ–ಮೇಲೆ ಹೋದಂತೆ ಅದರಲ್ಲಿನ ಉಪಕರಣಗಳು ವಿವಿಧ ಎತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ತಾಪ, ಒತ್ತಡ, ತೇವಾಂಶ ಮುಂತಾದ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಭೂಮಿಗೆ ರೇಡಿಯೋ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡುತ್ತವೆ. ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ಸೌಂಡಿಂಗ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಎರಡನೆಯ ಮಹಾಯುದ್ಧದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ರೇಡಾರನ್ನು ಆವಿಷ್ಕರಿಸಿದರು. ಶತ್ರುವಿಮಾನಗಳನ್ನು, ಅವು ಬಹುದೂರದಲ್ಲಿ ಬರುತ್ತಿರುವಂತೆಯೇ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವುದಕ್ಕಾಗಿ ರೇಡಾರನ್ನು ಆವಿಷ್ಕರಿಸಿದರೂ ಬರು

ಬರುತ್ತ ಅದನ್ನು ನೋಡಿ, ಸಿಡಿಲುಬಿರುಗಾಳಿ, ಸುಂಟರಗಾಳಿ ಮುಂತಾದುವನ್ನು ತಿಳಿದು, ಅವು ಚಲಿಸುವ ದಿಕ್ಕು ಮತ್ತು ವೇಗಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸತೊಡಗಿದರು. 1960 ರಿಂದೀಚೆಗೆ ಹವಾಮಾನ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಅತಿ ವಿಸ್ತಾರವಾದ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಮೇಲಿನ ಮೋಡಗಳ ರಚನಾಕ್ರಮ ಮತ್ತು ತಾಪದ ಹರಡಿಕೆಯನ್ನು ತಿಳಿದು ಅವನ್ನು ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚನೆಗಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚನೆಗೆ ಇಂದಿನ ಕಾಲದ ಬಹು ಮುಖ್ಯ ಉಪಕರಣವೆಂದರೆ ಕಂಪ್ಯೂಟರ್. ಇದು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಾವಿರಾರು ತಾಣಗಳಿಂದ ಬರುವ ಹವಾ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸಿ ಹವಾ ಭೂಪಟಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಹವಾ ನಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಬೇಕಾದ ಭೂಭಾಗದ ಭೂಪಟದ ಮೇಲೆ ಸಮ ಒತ್ತಡ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂತೆಯೇ ವಿವಿಧ ತಾಣಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾದ ಗಾಳಿಯ ವೇಗ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಜೊತೆಗೆ ತಂಗಾಳಿ ಅಥವಾ ಬಿಸಿಗಾಳಿಗಳ ಚಲನ ಮುಖಗಳನ್ನೂ ತೋರಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನಿಯತಕಾಲಿಕವಾಗಿ ತಯಾರಾಗುವ ಈ ಹವಾ ಭೂಪಟಗಳಿಂದ ತಜ್ಞರು ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚನೆಯನ್ನು ಕೊಡುತ್ತಾರೆ. ದೆಹಲಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಹವಾ ಕೇಂದ್ರವಿದೆ. ಏಷ್ಯಾ, ಯೂರೋಪ್, ಆಫ್ರಿಕ ಮತ್ತು ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯಾ ಖಂಡಗಳಲ್ಲಿರುವ ನೂರಾರು ವೀಕ್ಷಣಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ದತ್ತಾಂಶಗಳನ್ನು ವಿಶೇಷ ಟೆಲಿಕಮ್ಯುನಿಕೇಷನ್ ಸಾಧನಗಳ ಮೂಲಕ ದೆಹಲಿಯ ಈ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಕಂಪ್ಯೂಟರಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ದತ್ತಾಂಶಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಅರಗಿಸಿಕೊಂಡು ಈ ಕಂಪ್ಯೂಟರು ಲಂಡನ್ನಿನಿಂದ ಹಿಡಿದು ಟೋಕಿಯೋವರೆವಿಗಿನ ಸುಮಾರು ಅರ್ಧ ಭೂಭಾಗಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹವಾ ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಹವಾ ನಕ್ಷೆಗಳು 6 ಘಂಟೆಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ತಯಾರಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಹವಾ ನಕ್ಷೆಗಳು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ನಮ್ಮ ದೇಶದಿಂದ ಹೊರಡುವ ಅನೇಕ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಿಮಾನಗಳ ಚಾಲಕರಿಗೆ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದೇ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ದೇಶದ ನೂರಾರು ಕೇಂದ್ರಗಳಿಂದ ಇಲ್ಲಿಗೆ ಬರುವ ದತ್ತಾಂಶಗಳನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸಿ ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಹವಾ ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅಂತೆಯೇ ಮದರಾಸಿನಲ್ಲಿರುವ ಹವಾ ಕೇಂದ್ರವು ದಕ್ಷಿಣ ವಲಯಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹವಾ ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತದೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹವಾ ತಾಣಗಳಲ್ಲಿ ತೆಗೆಯುವ ದತ್ತಾಂಶಗಳು ಯಾವುವೆಂದರೆ– ಮೋಡಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆ, ರೀತಿ ಮತ್ತು ಎತ್ತರ, ಆವಿಯು ತುಂತುರಾಗುವಿಕೆ, ತಾಪ, ತೇವಾಂಶ, ಗಾಳಿ–ಅದರ ವೇಗ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕು, ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡ ಇತ್ಯಾದಿ. ಇವುಗಳ ಜೊತೆಗೆ ವಿವಿಧ ಕೇಂದ್ರಗಳಿಂದ ಹಾರಿಬಿಡಲಾದ ಬೆಲೂನುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಮಾಹಿತಿಗಳು ಮತ್ತು ಹವಾ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಆಗಾಗ್ಗೆ ಬಿತ್ತರಿಸುವ

ಮೋಡಗಳ ಮತ್ತು ತಾಪ ಹರಡಿಕೆಯ ಚಿತ್ರಗಳೂ ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚನೆಗೆ ಸಹಾಯವಾಗುತ್ತವೆ. ಹವಾ ಭೂ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುಮಾರು 300 ರಿಂದ 800 ಕಿ.ಮೀ. ಎತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿರುವ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳು ತಾವು ನೋಡುವ ಭೂಭಾಗದ ಮೇಲಿನ ಮೋಡಗಳ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದು ಭೂಮಿಗೆ ರವಾನಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಮೋಡ ರಚನೆಗಳಿಂದ ಬಿರುಗಾಳಿಯು ಮತ್ತು ಅತಿ ವೃಷ್ಟಿಯಾಗುವ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಮುನ್ಸೂಚನೆಯು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ. ನಿಯತ ಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಬರುವ ಇಂತಹ ಚಿತ್ರಗಳಿಂದ ಬಿರುಗಾಳಿ ಮತ್ತು ಅತಿವೃಷ್ಟಿಯು ಇಂತಹ ಪ್ರದೇಶದ ಮೇಲೆ ಇದೇ ಸಮಯಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆಂದು ಸಾಕಷ್ಟು ನಿಖರವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದು. ಅದೂ ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿರುವ ಮೈಕ್ರೋವೇವ್ ರೇಡಿಯಾಮಿಾಟರುಗಳಿಂದ ಭೂ ಮತ್ತು ಸಮುದ್ರ ಭಾಗಗಳ ಮೇಲಿನ ಉಷ್ಣ ಹರಡಿಕೆಯನ್ನು ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಈ ಉಷ್ಣ ಹರಡಿಕೆಯಿಂದ ಹವಾಮಾನದ ಬಹಳಷ್ಟು ಗುಣಗಳನ್ನು ಮುನ್ಸೂಚಿಸಬಹುದು.

ಅಮೇರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನ ಹಾರಿಬಿಟ್ಟ ಹಲವಾರು ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಕಳುಹಿಸುತ್ತಿರುವ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಮತ್ತು ಮೈಕ್ರೋವೇವ್ ರೇಡಿಯಾಮಿಾಟರ್ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಕೇಂದ್ರ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯವು ಪಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ನಮ್ಮದೇ ಆದ ಭಾಸ್ಕರ–1 ಉಪಗ್ರಹವೂ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಮತ್ತು ಮೈಕ್ರೋವೇವ್ ರೇಡಿಯಾಮಿಾಟರ್ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದೆ. ಭಾಸ್ಕರ–2 ಉಪಗ್ರಹವೂ ಸಹ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಮತ್ತು ಮೈಕ್ರೋವೇವ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

ಇಂದಿನ ಮತ್ತು ಹಿಂದಿನ ಹವಾಗುಣಗಳನ್ನು ತಿಳಿದು ಮುಂದಾಗಬಹುದಾದ ಹವಾ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಹಲವಾರು ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಯಾವುದೇ ಭೌತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ, ಪ್ರಾರಂಭಿಕ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯು ತಿಳಿದಿದ್ದು ಆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ತತ್ವಗಳು ತಿಳಿದಿದ್ದರೆ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುವ ಸಮಿಾಕರಣಗಳನ್ನು ಬರೆಯಬಹುದು. ಹವಾ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುವ ಇಂತಹ ಸಮಿಾಕರಣಗಳು ಬಹುಜಟಿಲವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಪರಿಹಾರವನ್ನು ಹಲವಾರು ಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಂಡೇ ತಿಳಿಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ ಅಂದರೆ ಬಹು ಸರಳವಾದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಪರಿಹಾರಗಳು ಸಿಗುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಅಧ್ಯಯನಗಳಿಗೆ ಹವೆಯ ಮಾದರಿ ಅಧ್ಯಯನಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಅಂದರೆ ಹವೆಯ ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರಿಯೊಂದನ್ನು ರೂಪಿಸಿಕೊಂಡು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವುದೇ ಹವಾ ಮಾದರಿ ಅಧ್ಯಯನ. ಇಂತಹ ಮಾದರಿ ಅಧ್ಯಯನ ಪ್ರಾರಂಭವಾದದ್ದು 1950ರಲ್ಲಿ. ಹವೆಯ ಇಂತಹ ಅನೇಕ ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಯಾವ ಮಾದರಿಯಲ್ಲೂ ಹವೆಯ ಸಂಪೂರ್ಣ ಭೌತ ರೂಪವನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸಲಾಗಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಇಂತಹ ಮಾದರಿಗಳು ಸಾಕಷ್ಟು ಉಪಯುಕ್ತ ಪರಿಹಾರಗಳನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ.

ನಮ್ಮ ಭಾರತ ದೇಶದಲ್ಲಾಗುವ ಮುಂಗಾರು ಮಳೆಗಾಲದ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಸುದೀರ್ಘ ಅಧ್ಯಯನಗಳನ್ನು 1979ರ ಮೇ 1 ರಿಂದ ಆಗಸ್ಟ್ 31ರವರೆಗೆ ಮಾಡಿದರು. ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಇಂಟರ್ ನ್ಯಾಷನಲ್ ಮಾನ್ಸೂನ್ ಎಕ್ಸ್‌ಪೆರಿಮೆಂಟ್ ಅಥವಾ ಮೊನೆಕ್ಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಯಿತು. ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ದೇಶಗಳಿಗೆ ಸೇರಿದ 52 ಹಡಗುಗಳು ಪಾಲ್ಗೊಂಡಿದ್ದವು. ಇವುಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಶಾಂತಸಾಗರ, ಅಟ್ಲಾಂಟಿಕ್ ಸಾಗರ ಮತ್ತು ಹಿಂದೂಮಹಾಸಾಗರಗಳ ಮೇಲೆ ಸುಮಾರು 104 ವಿಮಾನಯಾತ್ರೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ ಮುಂಗಾರಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದರು. ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅಮೇರಿಕದ GOES ಎಂಬ ಭೂ ಸ್ಥಿತ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಈ ವಲಯದ ಕಡೆಗೆ ತಿರುಗಿಸಿ ಮುಂಗಾರು ಮೋಡ ರಚನೆಗಳ ಸಂಪೂರ್ಣ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ತೆಗೆದರು. ಇವುಗಳೆಲ್ಲದರಿಂದಾಗಿ ದೆಹಲಿಯ ಮೊನೆಕ್ಸ್ ಕೇಂದ್ರವು 14 ಸಂಪುಟಗಳಷ್ಟು ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿತು. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ 45 ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಮಾಹಿತಿಗಳೂ ನಮಗೆ ಬಂದು ಸೇರಿವೆ. ಮೊದಮೊದಲು ಸಿಕ್ಕ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಭಾರತ ಭೂಖಂಡದ ಮುಂಗಾರು ಕಾಲಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕೆಲವು ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ನಮ್ಮ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತಯಾರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಮಾದರಿಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದಾಗಿ ಮುಂಗಾರು ಮಳೆಯ ರೂಪರೇಷೆಗಳನ್ನು ಹತ್ತಾರು ದಿನಗಳ ಮುಂಚಿತವಾಗಿಯೇ ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾಗಿ ತಿಳಿಸಲು ಸಹಾಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚನೆಯ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ಸಾದೃಶ ಪದ್ಧತಿ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಹಿಂದಿನ ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳ ಹವಾನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿಟ್ಟಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈಗಿನ ಹವಾನಕ್ಷೆಯೊಂದಿಗೆ ಹಿಂದಿನವನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ ಇದಕ್ಕೆ ಅದಷ್ಟು ಸಾದೃಶವಾದ ಒಂದು ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ಎತ್ತಿಕೊಂಡು, ಆಗ ನಡೆದ ಹವಾ ಬದಲಾವಣೆಗಳಂತೆಯೇ ಈಗಲೂ ಆಗಬಹುದೆಂದು ಹೇಳುವುದೇ ಸಾದೃಶ ಪದ್ಧತಿ. ಇದರಲ್ಲಿನ ಒಂದು ತೊಂದರೆಯೆಂದರೆ ಸಾಕಷ್ಟು ವಿಶಾಲವಾದ ಪ್ರದೇಶದ ಮೇಲೆ ಎಲ್ಲಾ ವಿಚಾರಗಳಲ್ಲೂ ಸಾದೃಶವಾಗಿರುವ ಹಿಂದಿನ ನಕ್ಷೆಯು ಸಿಗುವುದು ಕಷ್ಟ. ಹಾಗೂ ಈ ಹೋಲಿಕೆಯನ್ನು ಮನುಷ್ಯರು ಮಾಡುವುದರಿಂದ ಮಾನವಿಕ ತಪ್ಪುಗಳೂ ಉಂಟಾಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆ.

ಮತ್ತೊಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ಸಂಖ್ಯಾವಿಧಾನವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಹವೆಯ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಗುಣವು ಅದರ ಇತರ ಪ್ರಾಚಲಗಳ ಮೇಲೆ ಆಧಾರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದ ಮೇಲೆ ಮಳೆಯಾಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯು ಅಲ್ಲಿರುವ ಮೋಡಗಳ ರೀತಿ, ಅವಿರುವ ಎತ್ತರ, ತೇವಾಂಶ, ಗಾಳಿಯ ದಿಕ್ಕು ಮತ್ತು ವೇಗ ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನಾಧರಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಹಿಂದಿನ ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳ ಅನುಭವದಲ್ಲಿ ಮಳೆಯು ಈಗ ಹೇಳಿದ ಪ್ರಾಚಲಗಳ ಮೇಲೆ ಹೇಗೆ ಆಧಾರಪಟ್ಟಿತ್ತೆಂಬುದನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಿ ಅವುಗಳ

ಮಧ್ಯೆ ಒಂದು ಸಂಖ್ಯಾವಿಧಾನದ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಮೀಕರಣ ಮತ್ತು ಇಂದಿನ ಪ್ರಾಚಲಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಮಳೆಯಾಗುತ್ತದೆಯೋ ಇಲ್ಲವೇ, ಮಳೆಯಾದರೂ ಅದರ ತೀವ್ರತೆಯೆಷ್ಟಿರಬಹುದು ಮುಂತಾದುವನ್ನು ಮುನ್ನುಡಿಯಲು ಸಾಧ್ಯ.

ಇನ್ನೊಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಾಲಶ್ರೇಣಿ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಅಂದರೆ ಟೈಮ್ ಸಿರೀಸ್ ಅನ್ಯಾಲಿಸಿಸ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನು 1950 ರಿಂದೀಚೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಹವೆಯ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಪ್ರಾಚಲವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಅದು ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡವಾಗಿರಲಿ. ಒಂದು ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಹಿಂದೆ ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಆಗಿರುವ ಒತ್ತಡದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಅಧ್ಯಯಿಸಿ ಅದನ್ನು ಕಾಲಕ್ಕನುಗುಣವಾದ ಒಂದು ಶ್ರೇಣಿಯಂತೆ ಅಂದರೆ ಟೈಮ್ ಸಿರೀಸ್‌ನಂತೆ ಬರೆಯಬಹುದು. ಇಂತಹ ಶ್ರೇಣಿಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿ ಜಾಗದ ಒತ್ತಡ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಗೂ ಬರೆಯಬಹುದು. ಇಂತಹ ಕಾಲಶ್ರೇಣಿಗಳ ಪುಂಜದಿಂದ ಮುಂದಾಗಬಹುದಾದ ಒತ್ತಡ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಬಹುದು.

ಈಗ ಹೇಳಿದ ಪ್ರತಿ ವಿಧಾನದಲ್ಲೂ ಕೆಲವು ಅನುಕೂಲಗಳು ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಪ್ರತಿಕೂಲಗಳು ಇವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಒಟ್ಟಾರೆ ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚನೆಯನ್ನು ಕೊಡುವಾಗ ಇವೆಲ್ಲವುಗಳನ್ನೂ ಪರಿಗಣಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಪರಿಹಾರಗಳನ್ನು ತುಲನೆ ಮಾಡಿ ಅಂತಿಮ ಮುನ್ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು ಕೊಡುತ್ತಾರೆ.

ಕೆಲವು ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳಿಗೆ ಅಂದರೆ ಮಿಲಿಟರಿ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ, ಸಮುದ್ರತಳದಲ್ಲಿ ಪೆಟ್ರೋಲನ್ನು ತೆಗೆಯಲು ಸುರಂಗ ಕೊರೆಯುವ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ, ಸ್ಥಳೀಯ ಮಹಾ ಪೂರಗಳು ಮತ್ತು ಬಿರುಗಾಳಿಗಳು, ಹೊರಾಂಗಣ ಚಿತ್ರೀಕರಣಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಬೆಳಕಿನ ಮತ್ತು ಮೋಡ ಮುಸುಕುವ ಸಾಧ್ಯತೆ, ವಿಮಾನಯಾನಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾದ ಹವೆ ಮುಂತಾದವುಗಳಿಗೆ ಕೊಡುವ ಮುನ್ಸೂಚನೆಗಳು ವಿಶೇಷ ಮುನ್ಸೂಚನೆಗಳೆನಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಯುದ್ಧದ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳಿಗೆ ಒಳ್ಳೆಯ ಹವೆ ಬಹುಮುಖ್ಯ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಎರಡನೆಯ ಮಹಾ ಯುದ್ಧದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮಿತ್ರ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳು ಜರ್ಮನಿಯು ಆಕ್ರಮಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದ ಫ್ರಾನ್ಸ್ ದೇಶದ ಮೇಲೆ ಧಾಳಿಮಾಡಿದ್ದು ಮಹಾ ಯುದ್ಧದ ಅಂತ್ಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಯಿತು. ಈ ಧಾಳಿಮಾಡಬೇಕಾಗಿದ್ದ ಸಮಯವನ್ನು ಹವಾ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಆದೇಶದಂತೆ 24 ಘಂಟೆಗಳ ಕಾಲ ಮುಂದೂಡಿದರು. ಇದು ಆ ಧಾಳಿಯ ಯಶಸ್ಸಿಗೆ ಕಾರಣವಾದದ್ದು ಚರಿತ್ರಾರ್ಹವಾದ ಸಂಗತಿ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇಂದಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಹವಾ ಮುನ್ಸೂಚಕ ದಳಗಳು ಯುದ್ಧ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ಒಂದು ಅಂಗವಾಗಿವೆ.

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳಿಗಾಗಿ ಹವಾಕೇಂದ್ರವು ವಿಶಿಷ್ಟ ಮುನ್ಸೂಚನೆಗಳನ್ನೀಯುತ್ತದೆ.

ಮೂಲ: **ಜಗಜಿತ್ ಸಿಂಗ್**
ಅನುವಾದ: **ಜಿ. ಟಿ. ನಾರಾಯಣರಾವ್***

ಎಸ್. ಎನ್. ಬೋಸ್

ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಸಮಸ್ತ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಹೆಸರಿನ ಜೊತೆ ಅವಿನಾಸಂಬಂಧ ಹೊಂದಿರುವ ಏಕೈಕ ಹೆಸರೆಂದರೆ ಎಸ್. ಎನ್. ಬೋಸ್. ಇದರ ಕಾರಣವೇನು? ಇವರಿಗೊಂದು ಉಜ್ಜ್ವಲ ತಂತ್ರ ಸ್ಫುರಿಸಿತು. ಅದರ ಮಹತ್ತ್ವನ್ನು ಒಡನೆ ಗುರುತಿಸಿದ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ತಮ್ಮ ಹೆಸರಿನ ಸಂಪೂರ್ಣ ಪ್ರತಿಷ್ಠೆ ಸಮೇತ ಅದನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಪಂಚಕ್ಕೆ ಸಾರಿದರು.

ಆದರೆ ಬೋಸ್ ಭಾವನೆಯಲ್ಲಿ ಅಂತರ್ಗತವಾಗಿದ್ದ ಪೂರ್ಣ ತ್ರಾಣ ಹಾಗೂ ಅನ್ವಯವ್ಯಾಪ್ತಿಗಳನ್ನು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಕೂಡ ಮುಂಗಾಣದವರಾಗಿದ್ದರೆಂದು ಈಗ ಸಿಂಹಾವಲೋಕನದಿಂದ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಬೋಸರ ಕೃತಿ, ತದನಂತರ ಫರ್ಮಿ ಸಾಧಿಸಿದ ಅಭಿವರ್ಧನೆ ಸಮೇತ, ನೂತನ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಸಮಸ್ತ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಕಣಗಳನ್ನೂ ಚೊಕ್ಕವಾದ ಎರಡು ವರ್ಗಗಳಾಗಿ ವಿಭಾಗಿಸಲು ಆಧಾರ ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ — ಬೋಸರ ಗೌರವಾರ್ಥ **ಬೋಸಾನುಗಳು**, ಫರ್ಮಿಯವರ ಗೌರವಾರ್ಥ **ಫರ್ಮಿಯಾನುಗಳು**. ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಮಹತ್ಪರಿಣಾಮಕ್ಕೆ ಎಡೆಮಾಡಿಕೊಟ್ಟ ಈ ಕೃತಿಯ ರಹಸ್ಯವೇನು?

ಅದು ಅಣುಸಂದಣಿಗಳ ವರ್ತನೆಯನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಲು ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ ಮತ್ತು ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್ ಆ ಮೊದಲು ರೂಪಿಸಿದ್ದ ಸಂಖ್ಯಾಕಲನಾತ್ಮಕ ತಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಲಗತ್ತಿಸಿದ ಸೇರ್ಪಡಿಕೆ ಮಾತ್ರ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅವನ್ನು ಫೋಟಾನುಗಳ ಹಾಗೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ವರ್ತನೆಯ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೂ ಅನ್ವಯಿಸಬಹುದಾಯಿತು. (ಅಂದಹಾಗೆ ಬೆಳಕಿನ ದೂಲ ಅನಂತಾಲ್ಪ ಸಿಡಿಗುಂಡುಗಳ ಸುರಿಮಳೆಯಂತೆ ವರ್ತಿಸುವಾಗ— ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ರೇಡಿಯೊತರಂಗದಂತೆ ವರ್ತಿಸುವಾಗ ಅಲ್ಲ— ಈ ಒಂದೊಂದು ಸಿಡಿಗುಂಡೂ ಒಂದೊಂದು ಫೋಟಾನ್.) ಕೋಷ್ಠದೊಳಗಿನ ಅನಿಲದಂಥ ಅಣುಕೋಟಿಗಳ

* ಅತ್ರಿ, ಎಂಟನೆಯ ಅಡ್ಡರಸ್ತೆ, ಕುವೆಂಪುನಗರ, ಮೈಸೂರು 570023

ಸಮುದಾಯದ ಪರಿಶೀಲನೆಯಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಬಿಡಿ ಚಲನೆಗಳನ್ನು ಗಣಿಸುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಎದುರಾದ ಗಣನೆಗಳ ಗೋಜುಗೋಜಲನ್ನು ಬೇರೆ ಯಾವ ವಿಧಾನದಿಂದಲೂ ನಿರ್ವಹಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯವಾಗಿದ್ದುದರಿಂದ ಸಂಖ್ಯಾಕಲನಾತ್ಮಕ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ಉಪಜ್ಞಿಸಲೇಬೇಕಾಯಿತು. ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ ಮತ್ತು ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್ ಇಡೀ ಸಮುದಾಯವನ್ನು ಸಂಖ್ಯಾಕಲನಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿ ಅಣುಸಮುಚ್ಚಯದ ಸಮಗ್ರ ಚಲನೆಯನ್ನು ಒಂದೇ ಬೀಸಿನಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನಗೈದರು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಆ ಸಮುದಾಯದ ಸರಾಸರಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಗಣಿಸಿ ಅದನ್ನು ಅನಿಲದ ಉಷ್ಣತೆಯ ಮಾನಕವಾಗಿ ಸಮೀಕರಿಸುವುದು.

ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳ ಬೃಹಜ್ಜಾತ್ರೆಯ ಗಲಭೆಗೊಂದಲದ ತಳದಲ್ಲಿ ಸಂಖ್ಯಾಕಲನಾತ್ಮಕ ಕ್ರಮವಿಧಿಗಳಾಗಿ ಗೋಚರವಾಗುವ ಅನಿಲವರ್ತನೆಯ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವಲ್ಲಿ ಈ ವಿಧಾನ ಯಶಸ್ಸುಗಳಿಸಿತ್ತು—ವಿಮಾಗಣಕನ ಪರಿದೃಷ್ಟಿ ಬಿಡಿಸಾವುಗಳ ಯಾದೃಚ್ಛಿಕತೆಯಿಂದ ಮರಣಕೋಷ್ಟಕದ ಪ್ರಾಯಿಕ ನಿರ್ಧರಣೀಯತೆಯನ್ನು ಬಸಿಯುವಂತೆ. ಎಂದೇ ಸಹಜವಾಗಿ ಇದನ್ನು ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಪ್ರಥಮ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಹೊಸತಾಗಿ ಬೆಳಕಿಗೆ ಬರಲಾರಂಭಿಸಿದ್ದ ಫೋಟಾನ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಂಥ ಇನ್ನಷ್ಟು 'ಪರಮಾಂತಿಮ' ಕಣಸಮುಚ್ಚಯಗಳ ಮೇಲೆಯೂ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲಾಯಿತು. ಆದರೆ ಇದು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ವೀಕ್ಷಣೆಗೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ನೀಡಿದ್ದರಿಂದ ಫಲಿಸಲಿಲ್ಲ. ಬೋಸ್ ಈ ಐಬಿಗೆ ಕಾರಣವಾದ ದೋಷವನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿ, ಈಗ 'ಬೋಸ್-ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್' ಸಂಖ್ಯಾಕಲನವಿಜ್ಞಾನವೆಂದು ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿರುವ, ನಿಸ್ಸೃಷ್ಟ ವಿಕಿರಣ ನಿಯಮವನ್ನು ನಿಗಮಿಸಲು ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್-ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯವಾದ ಒಂದು ತಿದ್ದುಪಡಿ ಅಗತ್ಯವೆಂದು ತೋರಿಸಿದರು. ಅನಿಲಾಣುಗಳ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ ಮತ್ತು ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್ ಬಿಡಿ ಅಣುಗಳಿಗೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವವಿದೆಯಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಿದ್ದರು. ಇಂಥ ಯಾವುದೇ ವಿಭೇದೀಕರಣವನ್ನೂ ಬಿಡಿ ಫೋಟಾನುಗಳ ನಡುವೆ ಮಾಡುವಂತಿಲ್ಲವೆಂದರು ಬೋಸ್. ಇದೇ ಇವರು ನೀಡಿದ ತಿದ್ದುಪಡಿಯ ಸಾರ.

ಇದೇನೆಂಬುದನ್ನು ಒಂದು ನಿದರ್ಶನದಿಂದ ಚೆನ್ನಾಗಿ ವಿವರಿಸಬಹುದು: A, B ಮತ್ತು C ಎಂಬ ಮೂವರು ಅತಿಥಿಗಳಿರುವರೆಂದೂ ಅವರ ವಾಸಕ್ಕಾಗಿ ಎರಡು ಕೊಠಡಿಗಳಿವೆಯೆಂದೂ ಭಾವಿಸೋಣ. ಅವರು ಎಂಟು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ಆ ಕೊಠಡಿಗಳನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಏಕೆಂದರೆ ಮೂವರ ಪೈಕಿ ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬನೂ ಎರಡು ಕೊಠಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದನ್ನು—ಕೊಠಡಿ 1 ಅಥವಾ ಕೊಠಡಿ 2—ಆಯುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ಈಗ ಯಾವುದೇ ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿ ತಂಗಬಹುದಾದ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಮಿತಿಗೊಳಿಸುವ ನಿಯಮವಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ ಮೂವರು ಅತಿಥಿಗಳನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ಈ ಎರಡು ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದನ್ನೂ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಸಂಯೋಜಿಸಿ

$2 \times 2 \times 2 = 8$ ವಿಭಿನ್ನ ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ನೆಲೆ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಇವನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಗಣಿಸಿ ತೋರಿಸಿದೆ:

ಕೊಠಡಿ 1	ಇಲ್ಲ	A	B	C	AB	BC	CA	ABC
ಕೊಠಡಿ 2	ABC	BC	CA	AB	C	A	B	ಇಲ್ಲ

ನೆಲೆ ಸಮಸ್ಯೆ ಯಾದೃಚ್ಛಿಕವಾಗಿ ಸಂಭವಿಸಿದ್ದಾದರೆ ಈ ಎಂಟು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೀತಿಗಳ ಪೈಕಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದೂ ಸಮವಾಗಿಯೇ ಸಂಭಾವ್ಯವೆಂದು ತರ್ಕ ಹೇಳುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಅಂಗೀಕರಿಸುವುದು ಸಾಧುವಾಗಿದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಕೊಠಡಿ 1ರಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬ ಅತಿಥಿ (A ಅಥವಾ B ಅಥವಾ C) ನೆಲಸುವ ಸಂಭಾವ್ಯತೆ ಅದು ಖಾಲಿ ಉಳಿಯುವ ಸಂಭಾವ್ಯತೆಗಿಂತ ಮೂರುಪಟ್ಟು ಜಾಸ್ತಿ. ಆದರೆ A, B ಮತ್ತು C ತಾದ್ರೂಪಿಕ ಅವಳಿಗಳಂತೆ ಅಭಿನ್ನರೂಪಿಗಳಾದರೆ ಒಬ್ಬ ಅತಿಥಿ (A ಅಥವಾ B ಅಥವಾ C) ಕೊಠಡಿ 1ರಲ್ಲಿ ನೆಲಸುವ ಮೂರು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೀತಿಗಳು ಒಂದಾಗಿ ಎರಕಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಅತಿಥಿಗಳ ಅಭಿನ್ನರೂಪತೆಯ ಈ ಹೊಸ ಅಭಿಗೃಹೀತದ ಪ್ರಕಾರ ನೆಲೆಗೊಳ್ಳಿಕೆಯ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೀತಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಂಟರ ಬದಲು ಕೇವಲ ನಾಲ್ಕಕ್ಕೆ ಕುಸಿಯುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಮುಂದಿನ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.

ಕೊಠಡಿ 1	ಇಲ್ಲ	A	AA	AAA
ಕೊಠಡಿ 2	AAA	AA	A	ಇಲ್ಲ

ಈಗ ನೆಲಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಹಿಂದಿನಂತೆಯೇ ಯಾದೃಚ್ಛಿಕವಾಗಿ ಸಂಭವಿಸಿದ್ದಾದರೆ ಒಬ್ಬ ಅತಿಥಿ ಕೊಠಡಿ 1ರಲ್ಲಿ ನೆಲಸುವ ಸಂಭಾವ್ಯತೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಯಾರೂ ನೆಲಸದಿರುವ ಸಂಭಾವ್ಯತೆಯಷ್ಟೇ ಇರುತ್ತದೆ—ಈ ಮೊದಲಿನ ಅಭಿಗೃಹೀತದ ಪ್ರಕಾರ ಇದು ಮೂರುಪಟ್ಟು ಜಾಸ್ತಿ ಇರಬೇಕಾಗಿತ್ತೆಂಬುದನ್ನು ನೆನಪಿಸಿಕೊಳ್ಳೋಣ.

ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್-ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್ ಸಂಖ್ಯಾಕಲನಾತ್ಮಕ ತಂತ್ರ ಸಾರತಃ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ವಿಭಿನ್ನ ಕೋಶಗಳಿಗೆ (ಕೊಠಡಿಗಳು) ವಿವಿಧ ಅನಿಲಾಣುಗಳನ್ನು (ಅತಿಥಿಗಳು) ನಿಗದಿಸಬಹುದಾದ ಬಗೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಗಣನೆ. ನಮ್ಮ ಅನುಭವ ಗೋಚರ ಆಕಾಶವಿದಲ್ಲ, ಬದಲು ಗಣಿತವಿದನ ಕಲ್ಪನೆಯಲ್ಲಿಯ ಅಮೂರ್ತಾಕಾಶ. ಅನಿಲಾಣುಗಳ ವಿಭೇದೀಕರಣಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿ ಫೋಟಾನುಗಳ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಮೂಲಭೂತ ಅವಿಭೇದೀಕರಣಕ್ಕೆ ಅವಕಾಶ ಒದಗಿಸಿದಾಗ ಫಲಿಸುವುದೇ ಬೋಸ್ ಮತ್ತು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನರ ನವಸಂಖ್ಯಾಕಲನವಿಜ್ಞಾನ. ಹಗುರ ಫೋಟಾನುಗಳಿಗೆ ಇದನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ ಸರಿಯಾದ ವಿಕಿರಣನಿಯಮ ಲಭಿಸುತ್ತದೆ.

ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ಅತಿಥಿಗಳು ದಟ್ಟಣೆವಿರುದ್ಧ ಪ್ರತಿಬಂಧಕವನ್ನೂ ಪಾಲಿಸಬೇಕೆಂದಾದರೆ— ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಫೋಟಾನುಗಳಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಂಥ ಕಣಗಳಿಗೆ

ಪೌಲಿಯ ತತ್ತ್ವ ವಿಧಿಸುವ ಪ್ರತಿಬಂಧಕ—ಆಗ ಲಭಿಸುವ ಫಲಿತಾಂಶ ಫರ್ಮಿ–ಡಿರಾಕ್ ಸಂಖ್ಯಾಕಲನವಿಜ್ಞಾನವೆಂದು ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿದೆ. ಹೀಗೆ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಕಣಗಳ ಸಮುಚ್ಚಯಗಳು ಕೇವಲ ಎರಡು ಸಂಖ್ಯಾಕಲನಾತ್ಮಕ ಪ್ರರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಅಳವಡುವುವೆಂದು ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ವರ್ತಮಾನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಇವನ್ನು **ಬೋಸಾನುಗಳು** ಮತ್ತು **ಫರ್ಮಿಯಾನುಗಳು** ಎಂಬ ಎರಡು ವರ್ಗಗಳಾಗಿ ವಿಭಾಗಿಸಲು ಇದೇ ಆಧಾರ.

'ನವಸಂಖ್ಯಾಕಲನವಿಜ್ಞಾನ'ದ ಆವಿಷ್ಕಾರದಲ್ಲಿ ಬೋಸ್, ಐನ್‌ಸ್ಟೈನರಿಗೆ ಪೂರ್ವಗಾಮಿ. ಆದರೆ ತದನಂತರದ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನರ ಏಕೀಕೃತ ಕ್ಷೇತ್ರ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಬೋಸ್ ಇವರನ್ನು ನಿಕಟವಾಗಿ ಅನುಸರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತ ವಿಜ್ಞಾನೇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಚೀನಯುಗಗಳಿಂದಲೂ ಎದ್ದುತೋರುತ್ತಿದ್ದ ಎರಡು ಮಹಾಸಂರಚನೆಗಳ ಪೈಕಿ ಒಂದರ ಪರಾಕಾಷ್ಠೆ. ತಳದಲ್ಲಿರುವ ಸಂರಚನೆಗಳು ಕೇವಲ ಎರಡು. ಏಕೆಂದರೆ ಪ್ರಾಚೀನಕಾಲದ ಸುವೇದ್ಯ ವಿಭೇದೀಕರಣವೊಂದರ ಪ್ರಕಾರ ದ್ರವ್ಯ ಎರಡು ರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಇರಬಲ್ಲದು—ತೊರೆಯಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನಂತೆ ಸತತವಾಗಿ ಇಲ್ಲವೇ ಅದರ ದಂಡೆಯಲ್ಲಿರುವ ಕಲ್ಲು ಹರಳುಗಳಂತೆ ಪೃಥಕ್ಕಾಗಿ.

ಇವು ಎರಡು ಧ್ರುವೀಯವಿರುದ್ಧ ವೈರಿರೂಪಗಳಾದ್ದರಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನ ದೃಶ್ಯ ಪೃಥಗ್ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಅದೃಶ್ಯ ಸಾತತ್ಯವೊಂದರ ನೆರವಿನಿಂದ, ಅಥವಾ ವಿಲೋಮವಾಗಿ, ದೃಶ್ಯಸಾತತ್ಯಗಳನ್ನು ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಪೃಥಗ್ವಸ್ತುಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ವಿವರಿಸಬೇಕಾಗಿ ಬಂದದ್ದು ಸಹಜ. ಥಿಯಾಫೆನೀಸ್‌ನ "ಎಲ್ಲವು ಒಂದೇ," ಅರಿಸ್ಟಾಟಲನ ಸರ್ವವ್ಯಾಪಿ 'ಪದಾರ್ಥ,' ಕಾರ್ಟೀಸಿಯನ್ ದಟ್ಟಣಿ, ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಈಥರ್ ಇವೆಲ್ಲವೂ ಒಂದನೆಯ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ನಿದರ್ಶಿಸಿದರೆ ಶೂನ್ಯದಲ್ಲಿಯ ಡೆಮಾಕ್ರಿಟಸನ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮತ್ತು ವರ್ತಮಾನ ದಿನಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣಗಳು ಎರಡನೆಯದನ್ನು ನಿದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಈಗ, ಏಕೀಕೃತ ಕ್ಷೇತ್ರ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಸಮಸ್ತ ದ್ರವ್ಯಾತ್ಮಕ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನೂ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ 'ಏಕೀಕೃತ ಕ್ಷೇತ್ರ'ವೊಂದರ ಮುನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಲು ಹವಣಿಸುವುದಾಗಿ ಇದು ಒಂದನೆಯ ಪರಂಪರೆಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸುತ್ತದೆ.

ಕ್ಷೇತ್ರ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಪೃಥಗ್ರಾಶಿಗಳ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಅಥವಾ ಸರಿಯಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಹದಿನಾರನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿಯೇ ಕೆಪ್ಲರ್ ಮತ್ತು ಇತರರಿಗೆ ತಿಳಿದಿದ್ದಂತೆ ಪೃಥಗ್ರಾಶಿಗಳ ನಡುವಿನ ಗುರುತ್ವ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ತನ್ನ ಜಿಗಿಹಲಗೆಯಾಗಿ ಆಯ್ದುಕೊಂಡದ್ದು ಅಚ್ಚರಿ ಎನ್ನಿಸಬಹುದು. ನ್ಯೂಟನ್ ಇವುಗಳ ಗಣಿತರೂಪವನ್ನು ಅಂದರೆ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಸುವಿಖ್ಯಾತ ಪ್ರತಿಲೋಮ ವರ್ಗನಿಯಮವನ್ನು ಆವಿಷ್ಕರಿಸಿದ. ಬಾನಿನಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಗಳ ಹೇಗೊ ಪಣ್ತೋಟದಲ್ಲಿ ಸೇಬುಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಹಾಗೆ ಇದು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿತು. ಆದರೆ 'ದೂರಕ್ರಿಯೆ' ಎಂಬ ನಿಗೂಢ ಭಾವನೆ ಅದು

ಹೇಗೊ ಇಲ್ಲಿ ನುಸುಳಿಕೊಂಡಿತು. ಇದರ ಪ್ರಕಾರ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಬಲ ಆಕಾಶದ ಅಖಂಡ ಶೂನ್ಯವನ್ನು ತತ್ ಕ್ಷಣವೇ ಅಡ್ಡಹಾಯ್ದು ಅತಿದೂರದ ಇನ್ನೊಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ, ಅದೇ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ 'ದೂರಕ್ರಿಯೆ' ಎಸಗುತ್ತಿತ್ತು. ದೂರ ಕ್ರಿಯಾಭಾವನೆಯ ಈ ತೋರ್ಕೆ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಎದುರೊಡ್ಡಿದ ಕಸಿವಿಸಿಯನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ನ್ಯೂಟನ್ ಗಳಿಸಿದ ಯಶಸ್ಸು ಏನುಮಾಡಲೂ ಸಮರ್ಥವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಸ್ವತಃ ನ್ಯೂಟನ್ನನೇ ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಬದ್ಧಿತನಾಗಲು ನಿರಾಕರಿಸಿ ತನ್ನ ಸುಪ್ರಖ್ಯಾತ ಸೂಕ್ತಿಯನ್ನು ಉದ್ಗರಿಸಿದ "ನಾನು ಯಾವ ವಾದವನ್ನೂ ರೂಪಿಸುವುದಿಲ್ಲ."

ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಆಕಾಶ ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರ ದ್ರವ್ಯದಿಂದ ಹಾಗೂ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡಗಳಿಂದ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನಾಕಾಶದ ಗುಣಗಳನ್ನು ಹೇಗಾದರೂ ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದೆಂಬ ತಾತ್ಪೂರ್ತಿಕ ಭಾವನೆ 19ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಅಭಿವರ್ಧಿಸಿತು. ಗೌಸ್, ರೀಮಾನ್ ಮತ್ತು ಇತರರು ರೂಪಿಸಿದ ಆಧಾರಭೂತ ಗಣಿತೋಪಕರಣಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಅವರು ನ್ಯೂಟನ್‌ತರುವಾಯದ ಸೀಮೋಲ್ಲಂಘನೆ ಸಾಧಿಸಿದರು. ಇದರ ಪ್ರಕಾರ ಆಕಾಶ ಮತ್ತು ಕಾಲ ಎರಡರ ಸ್ಥಳೀಯ ಗುಣಗಳು ಸನಿಹದಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವ್ಯದ ನೇರ ಪರಿಣಾಮವೆಂದೂ ಸರದಿಯಲ್ಲಿ ಇವು ಅದೇ ದ್ರವ್ಯದ ಚಲನೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವುವೆಂದೂ ತೋರಿಸಲಾಯಿತು. ಹೀಗೆ ಇವರು ವಿಶ್ವಗುರುತ್ವ ನಿಯಮ ಎಂಬುದು ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಮಾರ್ಪಡಿಸಿದ ರೂಪದಲ್ಲಿಯೇ ಆದರೂ, ಗುರುತ್ವೀಕರಿಸುವ ರಾಶಿಗಳು ತಗಲಿಕೊಂಡಿರುವ ಆಕಾಶದ ಸಾಕ್ಷಾತ್ ರಚನೆಯ ಪರಿಣಾಮವೆಂದು ತೋರಿಸಿದರು.

ಇದು ಅತ್ಯಂತ ಸಂಕೀರ್ಣ ವಿವರಣೆ. ಇದರ ವಿವರಗಳಿಗೆ ಇಲ್ಲಿ ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲ. ಗುರುತ್ವಕ್ಷೇತ್ರ ಮತ್ತು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ವಿಭೇದೀಕರಣ ಎಂಬ ಭಾವನೆಯ ತುಂಬ ನಾಜೂಕುರೂಪವಿದೆಂದು ಹೇಳಿದರೆ ಸಾಕು. ಏಕೆಂದರೆ ವಾಯು ಯಾನ ಮತ್ತು ಆಕಾಶವಿಜ್ಞಾನವೆಂಬ ಪ್ರಕಾರಗಳಲ್ಲಿ ಇಂದು ಸಾಧಿಸಲಾಗಿರುವ ಪ್ರಗತಿಯಿಂದ ಈ ಅಸಾಧ್ಯತೆ ವಿಚಿತ್ರವಾಗಿ ಏನೂ ಉಳಿದಿಲ್ಲ. "ಎಗರು ಹೊಡೆತದಿಂದ ಚಾಲಕ ತನ್ನ ವಿಮಾನವನ್ನು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಹಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಆತ ಅರ್ಧ ಟನ್ನೇ ತೂಗಬಹುದು" ಅಥವಾ "ಆಕಾಶಯಾನಿ ಭೂಮಿಗೆ ಮುಕ್ತವಾಗಿ ಇಳಿಯುತ್ತಿರುವಾಗ ಭಾರರಾಹಿತ್ಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತಾನೆ" ಎನ್ನುವ ದೈನಂದಿನ ವರದಿಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಬಲು ನವುರಾಗಿ ಸಾಧಿಸಿದ ಗುರುತ್ವ ಮತ್ತು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಸಮಾನತೆ ಜಟಿಲ ಗಣಿತೀಯ ವಸ್ತ್ರಾಚ್ಛಾದಿತವಾಗಿತ್ತು. ಆದರೂ ಅದು ಅಂಗೀಕೃತವಾಗಿದೆ: ಮೂರು ನಿರ್ಣಾಯಕ ಖಭೌತವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಅದು ಮುನ್ನುಡಿದದ್ದೂ ಮುಂದೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ತಪಾಸಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಅವು ಸ್ಥಿರಪಟ್ಟದ್ದೂ ಕಾರಣ. ಆ ಯಶಸ್ಸಿನಿಂದ ಅವರೂ ಅವರ ಅನುಯಾಯಿಗಳೂ ಮುಂದಿನ ಹೆಜ್ಜೆ ಇಡಲು ಉತ್ತೇಜಿತರಾದರು: ಗುರುತ್ವಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಹೇಗೆ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ತಮ್ಮ ಸಾಪೇಕ್ಷತಾ ಸಿದ್ಧಾಂತದ

ಒಳಕ್ಕೆ 'ಆಕಾಶಕಾಲ' ವಾಗಿ ಸ್ವಾಂಗೀಕರಿಸಿದ್ದರೋ ಹಾಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ವಿದ್ಯಮಾನ ಗಳನ್ನು ಕೂಡ ಅದರೊಳಗೆ ಅಡಕಗೊಳಿಸುವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಮುಂದಿನ ಹೆಜ್ಜೆ ಇಟ್ಟಿದ್ದರು. ಪೃಥಗ್ರಾಶಿಗಳ ನಡುವೆ ನ್ಯೂಟನ್ನನ ಗುರುತ್ವನಿಯಮ ಅನುಸರಿಸುವ ಪ್ರಭಾವವನ್ನೇ ಪೃಥಗ್ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಗಳ ನಡುವೆ ಕೂಲಂಬನ ಸ್ಥಿತಿವೈದ್ಯುತಾಕರ್ಷಣೆ ಅನುಸರಿಸುವುದ ರಿಂದ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನರ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮ ಸಕಾರಣೀಯವೆನ್ನಿಸಿತು.

ತದನುಗುಣವಾಗಿ ವೈದ್ಯುತ, ಕಾಂತೀಯ ಹಾಗೂ ಗುರುತ್ವಾತ್ಮಕ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳ ನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಸಮಸ್ತ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯವಾಗುವಂತೆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕುರಿತ ಸರ್ವಾಪೋಶಕ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಬೇಕೆಂದು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ 1916 ರಿಂದ ಪ್ರಯತ್ನನಿರತರಾದರು. ಅವರು ಗತಿಸುವ (1955) ಅದೇ ಮೊದಲು, 1953 ರಲ್ಲಿ, ಅಂತಿಮ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದರು. ಗುರುತ್ವವೊಂದನ್ನೇ ಅಳವಡಿಸಿ ಮಂಡಿಸಿದ್ದ ಆ ಮೊದಲ ರೂಪಣೆಯ ತಪಾಸಣೆಗೆ ಮೂರು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಪರೀಕ್ಷೆ ಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಹೀಗಲ್ಲದೇ ಈಗಿನ ನೂತನ ಏಕೀಕೃತ ಕ್ಷೇತ್ರ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಸಾಧುತ್ವವನ್ನು ಸಾಬೀತುಗೊಳಿಸಲು ಯಾವುದೇ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಪರೀಕ್ಷೆ ಯನ್ನು ನಿಗದಿಸಿರಲಿಲ್ಲ. ಎಂದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೂಣಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಅಂಗೀಕಾರ ಮುದ್ರೆ ಬೀಳಲಿಲ್ಲ. ತದ್ವಿಪರೀತವಾಗಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ದಲ್ಲಿಯ ಈಚೆಗಿನ ಆವಿಷ್ಕಾರಗಳು ಹೊಸ ಬಗೆಯ ಒಂದು ಬಲವನ್ನು ಬೆಳಕಿಗೆ ತಂದಿವೆ. ಅದು ಒಂದು ಕಡೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಹಾಗೂ ಫೋಟಾನುಗಳ ನಡುವೆ, ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆ ಪರಮಾಣವಿಕ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸುಗಳ ನಡುವೆ ವರ್ತಿಸುವ 'ವಿನಿಮಯ' ಬಲ. ಈ ಬಲದಿಂದ ಇತರ ಎಲ್ಲ ಬಲಗಳೂ—ಗುರುತ್ವಾತ್ಮಕ, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಥವಾ ರಾಸಾಯನಿಕ–ಉದ್ಭವಿಸುವುವೆಂದು ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಲೋಲಕವೀಗ 'ಕ್ಷೇತ್ರ' ಧ್ರುವದಿಂದ 'ಪೃಥಕ್' ಧ್ರುವದತ್ತ ತ್ವರೆಯಿಂದ ತೊನೆದಿದೆ.

ಈ ತೊನೆತ ಸಂಭವಿಸಿದ ದೀರ್ಘಕಾಲಾನಂತರ ಬೋಸ್ ಕ್ಷೇತ್ರ ಸಿದ್ಧಾಂತದತ್ತ ಹೊರಳಿದ್ದು ಅಚ್ಚರಿ ಎನ್ನಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ತೀರ ಎಳವೆಯಲ್ಲೇ ಅವರು ಇದರ ಅಂತರ್ಗತ ಭಾವನೆಯ 'ತಾರ್ಕಿಕ' ಸರಳತೆಯಿಂದಲೂ 'ಸೌಂದರ್ಯಾತ್ಮಕ' ನವುರುತನದಿಂದಲೂ ಆಕರ್ಷಿತರಾಗಿದ್ದುದು ನಿಜ ಸಂಗತಿ. ಅಲ್ಲದೆ ಸಮರ್ಥ ಗಣಿತವಿದ ನೊಬ್ಬನಿಗೆ ತನ್ನ ಅದಟನ್ನು ಮೆರೆಸಲು ಕ್ಷೇತ್ರ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಯೋಗ್ಯಾವಕಾಶ ನೀಡು ತ್ತಿತ್ತೆಂಬ ಅಂಶವೂ ಇದರಲ್ಲಿ ಸೇರಿತ್ತು. ಏಕೆಂದರೆ ಬೋಸ್ ಮೂಲತಃ ಒಬ್ಬ ಪ್ರಥಮ ದರ್ಜೆಯ ಗಣಿತವಿದರಾಗಿ ಶಿಕ್ಷಣ ಪಡೆದವರು. ಅವರಿಗೆ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ತಮ್ಮ ಗಣಿತಾಚ್ಛಾದನೆಯನ್ನು ತಗಲಿಹಾಕಲಿದ್ದ ಕೊಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ. ಇಂಥವರು ಸ್ವಂತ ಸುಖಕ್ಕಾಗಿ ಕಠಿಣ ಗಣಿತವೊಡ್ಡುವ ಸಂಮೋಹಕಾಕರ್ಷಣೆಗಳಿಗೆ ಸುಲಭ 'ಬಲಿಪಶು' ವಾಗುವುದು ಕಂಡಂತೆಯೇ ಇದೆ. ಆದರೆ ಕ್ಷೇತ್ರ ಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲಿಯ ತಮ್ಮ ಪ್ರಾರಂಭದ ಕೃತಿಗೆ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನರ ಅಂಗೀಕಾರ ದೊರೆಯದ್ದರಿಂದ ಬೋಸ್ ಅದನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಲು ಹಿಂತೆಗೆದರು.

ಇದರ ಅರ್ಥ ಬೋಸ್ ಒಂಟಿಯಾಗಿ ಮುನ್ನಡೆಯಲು ಹಿಂಜರಿದ ಅಳ್ಳೆಶಿ ಎಂದಲ್ಲ. 'ಸಂಖ್ಯಾಕಲವಿಜ್ಞಾನ'ದ ಮೇಲೆ ಇವರು ಬರೆದಿದ್ದ "ಎರಡನೆಯ" ಪ್ರಬಂಧದ ಬಗ್ಗೆ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಎತ್ತಿದ್ದ ಆಭ್ಯಂತರಗಳ ಎದುರಿಗೇ ಇವರದನ್ನು ತತ್ಪೂರ್ವ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದರು. ಆ ಪ್ರಖ್ಯಾತ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಇವರ "ಮೊದಲನೆಯ" ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಅದ್ಭುತ ಪ್ರಗತಿಯೆಂದು ಸ್ವಾಗತಿಸಿದ್ದರೆಂಬುದು ಅಲಾಯಿದ. ಹೀಗಲ್ಲದೇ ಕ್ಷೇತ್ರಸಿದ್ಧಾಂತವಾದರೋ ಆ ಮಹಾಪ್ರಭೃತಿಯ ಸ್ವಂತ ಪವಿತ್ರ ಮಂದಿರ. ಅದರೊಳಗೆ ತಾವೊಬ್ಬ ಅನಾಮಂತ್ರಿತ ತೊಂಡಿ ಎಂಬ ಭಾವನೆ ಯಾವುದೋ ಗೌಣ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ಬೋಸರಿಗೆ ಬಂದು ತಮ್ಮ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ದೀರ್ಘಕಾಲ ಕತ್ತಲೆಯಲ್ಲಿ ಕೊಳೆಹಾಕಿದರು.

ವರ್ಷಗಳುರುಳಿದುವು. ಕ್ಷೇತ್ರಸಮೀಕರಣ ಪರಿಹಾರ ಪ್ರಯತ್ನದಲ್ಲಿ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ತಮ್ಮ ಕೌಶಲವನ್ನು ವೆಚ್ಚಿಸಿ ಮುಗಿದಿತ್ತು. ಆಗ ಬೋಸ್ ಅದೇ ವಿಷಯಕ್ಕೆ ಮರಳಿ, ಕ್ಷೇತ್ರ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಥಮ ಭಾಗವಾದ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸಿ, 1953–55ರಲ್ಲಿ, ಉಜ್ಜ್ವಲ ಪ್ರಬಂಧಗಳ ಒಂದು ಶ್ರೇಣಿಯನ್ನೇ ಬರೆದರು. ಇವನ್ನು ಗಣಿತದ 'ಚತುರ ಪ್ರಗತಿ' ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಆ ಮೊದಲು 1924ರಲ್ಲಿ ಇವರು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ 'ಸಂಖ್ಯಾಕಲನವಿಜ್ಞಾನ'ದ ಕಟಾವು ಪ್ರಪಂಚರಂಗದಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡಿದಂಥ 'ಕ್ಷೋಭೆ' ಏನೂ ಇವುಗಳಿಂದ ಮರುಕೊಳಿಸಲಿಲ್ಲ.

ಇದರ ಕಾರಣ ಸ್ಪಷ್ಟ: ಯಾವುದೇ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕೃತಿ ಉತ್ಪಾದಿಸುವ 'ಕ್ಷೋಭೆ' ಅದರ ನೈಜಯೋಗ್ಯತೆಯೊಂದನ್ನೇ ಅಲ್ಲ ಆ ವಿಷಯದ ಇತರ ಎಲ್ಲ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ತಳೆಯುವ ಕುತೂಹಲವನ್ನೂ ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ದುರದೃಷ್ಟವಶಾತ್ ಕ್ಷೇತ್ರಸಿದ್ಧಾಂತವೀಗ ಅದರ ಉಚ್ಛ್ರಾಯಕಾಲವನ್ನು ದಾಟಿ ಹೋಗಿದೆ. ಮೈ, ವೆಯ್ಲ್, ಎಡಿಂಗ್ಟನ್ ಮತ್ತು ಖುದ್ದು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ತುಳಿದ ಹೊಸ ಜಾಡು ಮೊದಲಿಗೆ ಮಹಾ ನಿರೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಎಬ್ಬಿಸಿತು, ನಿಜ. ಆದರೆ ತರುವಾಯದ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಎದುರಾದ ಪರಾಭವಗಳ ಜೊತೆಗೆ, ವಿಶೇಷವಾಗಿ, ಗುರುತ್ವ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತತ್ವಗಳ ನಡುವಿನ ಲುಪ್ತ ಕೊಂಡಿಯಾಗಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ವಿನಿಮಯ ಬಲ ವೈದಳೆಯುಬಹುದಾದ ವಾಸ್ತವ ಸಾಧ್ಯತೆಯ ಕಾರಣವಾಗಿ ಕ್ಷೇತ್ರಸಿದ್ಧಾಂತವೀಗ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಕುತೂಹಲ ಕೆರಳಿಸುತ್ತಿಲ್ಲ.

ಗಣಿತೀಯ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಬೋಸ್ ಕೇವಲ ಎರಡು ಸುಪ್ರಖ್ಯಾತ ಕೊಡುಗೆಗಳನ್ನು—ಇಪ್ಪತ್ತರ ಹರೆಯದಲ್ಲಿ 'ಸಂಖ್ಯಾಕಲನವಿಜ್ಞಾನ'ವನ್ನು ಕುರಿತು ಒಂದು, ಮೂವತ್ತು ವರ್ಷಗಳ ತರುವಾಯ ಐವತ್ತರ ಹರೆಯದಲ್ಲಿ 'ಕ್ಷೇತ್ರ' ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಕುರಿತು ಇನ್ನೊಂದು—ನೀಡಿರುವುದು ಅವರ ಬೌದ್ಧಿಕ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಇನ್ನೂ ಒಂದು ವಿರೋಧಾಭಾಸ. ಇದು ಅವರ ಪ್ರಕಟಿತ ಕೃತಿಯಿಂದ ತಿಳಿದುಬರುವ ಅಂಶ.

ಆದರೆ ಅವರಲ್ಲಿದ್ದ ಕಡುಸಂಯಮ, ಅಹಂತಾದಮನಭಾವ ಮತ್ತು ದಾಖಲೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಪೂರ್ಣ ನಿರ್ಲಕ್ಷ್ಯ ಇವುಗಳ ಕಾರಣವಾಗಿ ಇದು ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹ ಪುರಾವೆಯೆಂದೇನೂ ನಾನು ಭಾವಿಸಿಲ್ಲ. ಈ ವಿರೋಧಾಭಾಸ ಎದ್ದು ಕಾಣಲು ಇನ್ನೂ ಒಂದು ಕಾರಣ ಉಂಟು: ಗಣಿತದ ಜಟಿಲ ನೆಲದಲ್ಲಿ ಗುರಿ ಅರಸಲು ತಾರುಣ್ಯದ ಗೃಧ್ರ ದೃಷ್ಟಿ ಅತ್ಯಗತ್ಯ; ಬೋಸ್ ಇದನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಿದ್ದಾದರೋ ಅವರ ದೃಷ್ಟಿ ಮಬ್ಬು ಮಸಕಾಗುತ್ತಿದ್ದ ಇಳಿ ಹರೆಯದಲ್ಲಿ. ಇವರು ವಿಶ್ವ ವಿಶಾಲ ಆಸಕ್ತಿಯ ಮತ್ತು ಸತತ ನವೋತ್ಸಾಹದ ವಿರಳ ಸಂಯೋಜನೆಯಾಗಿದ್ದುದೇ ಇದರ ರಹಸ್ಯ. ಎಂದೇ ಇವರು ಮೂವತ್ತು ಚಿಲ್ಲರೆ ವರ್ಷಗಳ ಅಗಲ ಅಗಳನ್ನು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಜೊತೆಗೆ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ, ಖನಿಜವಿಜ್ಞಾನ, ಜೀವಿವಿಜ್ಞಾನ, ಮೃತ್ತಿಕಾವಿಜ್ಞಾನ, ತತ್ತ್ವಶಾಸ್ತ್ರ, ಪುರಾತತ್ತ್ವಶಾಸ್ತ್ರ, ಲಲಿತಕಲೆಗಳು, ವಾಙ್ಮಯ ಮತ್ತು ಭಾಷೆಗಳು ಎಂಬ ವ್ಯಾಪಕ ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ವಿಷಯಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ತುಂಬಿದರು.

ಇಷ್ಟೊಂದು ಕಬ್ಬಿಣತೊಲೆಗಳನ್ನು ಇವರ ಜ್ಞಾನಾಗ್ನಿಕುಂಡ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕೆಂಪಗಾಗಿಸಬೇಕಾಗಿದ್ದಾಗ ಅದು ಗಣಿತೀಯ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಹೊರಗೆ ಪ್ರಜ್ವಲಿಸಿ ಕೆನ್ನಾಲಗೆ ಚಾಚಿದುದು ನಿಜಕ್ಕೂ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ. ಅವರ ನವೋನ್ಮೇಷಶಾಲಿ ಧೀಮಂತಿಕೆಯ ಶಾಖಪ್ರಖರತೆಯೇ ಆ ಮಟ್ಟದ್ದು. ಇದು ಅವರ ಉಪಾಸಕ್ತಿಗಳಾಗಿದ್ದ ಅನೇಕ 'ಕಬ್ಬಿಣ ತೊಲೆ'ಗಳನ್ನು ಬಿಳಿಗಾವಿಗೆ ಕಾಸಿಯೇಬಿಟ್ಟಿತು.

ಮೊದಲಿಗೆ ಭಾಷೆಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ. ಇವರಂತೆ ಬಹುಮುಖಾಸಕ್ತಿಯೂ ಕಲಾತ್ಮಕ ಒಲವೂ ಇದ್ದ ಮಹಾ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ದುಡಿಸಿಕೊಂಡುದು ಪ್ರಾಯಶಃ ನಿರೀಕ್ಷಿತವೇ. ನಿದರ್ಶನಾರ್ಥ ಇಂಡಿಯನ್ ಸೈನ್ಸ್ ಕಾಂಗ್ರೆಸ್ಸಿನ ಸರ್ವಾಧ್ಯಕ್ಷರಾಗಿ 1924ರಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ವಿಭಾಗಾಧ್ಯಕ್ಷರಾಗಿ 1929ರಲ್ಲಿ ಇವರು ಮಾಡಿದ ಭಾಷಣಗಳು ಶುದ್ಧ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಗದ್ಯದ ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ಮಾದರಿಗಳು. ಇದು ಸರಿ. ಆದರೆ ಆರಂಭದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ದಿನಗಳಂದೇ ಇವರು ಜರ್ಮನ್ ಮತ್ತು ಫ್ರೆಂಚ್ ಭಾಷೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇಷ್ಟೇ ಪರಿಶ್ರಮವುಳ್ಳವರಾಗಿದ್ದುದು ನಿಜಕ್ಕೂ ಗಮನಾರ್ಹ.

ವಸ್ತುತಃ ಫ್ರೆಂಚ್ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಬೋಸರಿಗೆ ಆರಂಭದಿಂದಲೂ ಇದ್ದ ಈ ಕುಶಲತೆಯೇ ಅವರನ್ನು ಮದಾಮ್ ಕ್ಯೂರಿಯವರ ಪ್ಯಾರಿಸಿನ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ಎಸಗಲು ಅನುಮತಿ ಕೋರುವಂತೆ ಪ್ರೇರಿಸಿದ್ದು (1926). ಬೋಸರ ಅಭಿಜಾತ ಕೃತಿ 'ಸಂಖ್ಯಾಕಲನ ವಿಜ್ಞಾನ'ವನ್ನು ತತ್ಪೂರ್ವ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದ್ದ ಆಕೆ ಅವರ ಪ್ರತಿಭೆಯನ್ನು ಖಾತ್ರಿ ಗಮನಿಸಿದ್ದರೂ ಅವರು ಫ್ರೆಂಚನ್ನು ಇಷ್ಟು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಅರಿತಿದ್ದರೆಂಬುದನ್ನು ಮಾತ್ರ ನಂಬಲಾರದವರಾಗಿದ್ದರು. ಅದೇ ಮೊದಲು ಆಕೆಯ ಪ್ರಯೋಗಮಂದಿರಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆದಿದ್ದ ಒಬ್ಬ ಭಾರತೀಯನಿಗೆ ಫ್ರೆಂಚ್ ಪೂರ್ತಿ ಅಪರಿಚಿತವಾಗಿತ್ತು. ಈ ಅನುಭವದಿಂದ ಅಸಂತುಷ್ಟೆಯಾಗಿದ್ದ ಆ ಮಹಾ ವಾಚಾಳಿ

ಮಹಿಳೆ ಬೋಸ್ ಆಕೆಯ ಪ್ರಯೋಗಮಂದಿರ ಸೇರುವ ಮುನ್ನ ಫ್ರೆಂಚ್ ಕಲಿಯು ವುದರ ಆಗತ್ಯತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಸುದೀರ್ಘ ವಾಕ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನೇ ಹರಿಸಿಬಿಟ್ಟರು. ಪಾಪದ ಬೋಸ್: ಅವರ ಜಿಹ್ವಾಗ್ರಕ್ಕೆ ಪುಟಿದಿದ್ದ ಉದ್ವೇಶಿತೋತ್ತರ "Mais oui, Madame, je conprends francais assez bien" (Oh Yes, Madam, I know French pretty well" ("ಆಗಬಹುದು ಶ್ರೀಮತಿಯವರೇ: ನನಗೆ ಫ್ರೆಂಚ್ ಸೊಗಸಾಗಿ ಬರುತ್ತದೆ") ಅಲ್ಲೇ ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟಿತು.

ಪ್ರಾಯಶಃ ಯುವಕ ಬೋಸ್ ಈ ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವುದನ್ನು ಉದ್ದೇಶಪೂರ್ವಕ ವಾಗಿ ಆಗಗೊಟ್ಟಿರಬೇಕು. ಏಕೆಂದರೆ ಆಗ ಅವರು ಯಾವ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂಕೋಲೆ ಯಿಂದಲೂ ಬಂಧಿತರಾಗದೆ ಮನಸೋಇಚ್ಛೆ ಸಂಶೋಧನೆ ಎಸಗುತ್ತ ಕೆಲವು ತಿಂಗಳ ಕಾಲ ಪ್ಯಾರಿಸಿನ ಉಲ್ಲಾಸಮಯ ಜೀವನದ ನಮೂನೆಯನ್ನು ಕಾಣಬಹುದಿತ್ತೆಂಬುದು ಅವರ ತರ್ಕವಾಗಿರಬಹುದು. ಇದು ಹಾಗಿರಲಿ. ಅವರು ಮದಾಮ್ ಕ್ಯೂರಿಯವರ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಮರಳಿದಾಗ ಮಾತ್ರ ಪೀಝೋವಿದ್ಯುತ್ಪರಿಣಾಮವನ್ನು—ಯುಕ್ತವಾಗಿ ರೂಪಿಸಿದ ಬೆಣಚಿನ ತುಣುಕುಗಳು ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರವಾಹ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಭಾವದಲ್ಲಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಗುಣ—ಕುರಿತಂತೆ ಕೆಲವೊಂದು ಕಠಿಣ ಮಾಪನೆಗಳಲ್ಲಿ ತೋರ್ಪಡಿಸಿದ ಕೈಚಳಕ ನಿಜಕ್ಕೂ ಆಕೆಯನ್ನು ಚಕಿತಗೊಳಿಸಿತು.

ಅಂದಹಾಗೆ ಈ ಪರಿಣಾಮಕ್ಕೆ ಹಲಬಗೆಯ ಕೈಗಾರಿಕೋಪಯೋಗಗಳಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಗಡಿಯಾರ ಒಂದು ವರ್ಷದಷ್ಟು ದೀರ್ಘಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡನ್ನು ಗಳಿಸದಂತೆ ಅಥವಾ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳದಂತೆ ಅದರಲ್ಲಿ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟತೆಯ ಹಿರಿ ಮಟ್ಟವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಹುದು. ಇದನ್ನು ನಾನಿಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಪ್ರಸ್ತಾವಿಸು ತ್ತಿದ್ದೇನೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಬೋಸರ ಜೊತೆ ಸಂಶೋಧಕ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಾಗಿದ್ದವರ ತೀರ ಸನ್ನಿಕಟ ವೃತ್ತದ ಹೊರಗೆ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿ ಇವರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಪರಿಚಯವಾಗಿರುವಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಪ್ರಯೋಗಪಟುವಾಗಿ ಇವರ ಕೌಶಲ ಪ್ರಕಟವಾಗಿಲ್ಲ. ಆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಎಕ್ಸ್‌ಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸ್ಫಟಿಕವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿಯೂ ಎಸಗುತ್ತಿದ್ದ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಇವರು ನಿರ್ದೇಶಿಸುತ್ತಿದ್ದುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲ ಬಹುತೇಕ ನೇರವಾಗಿ ಅವುಗಳಿಗೆ ಸ್ಫೂರ್ತಿಯ ಸೆಲೆಯೂ ಆಗಿದ್ದರು. ಪ್ರಯೋಗಪಟುವಾಗಿ ಈ ಹಿರಿಮೆ ಯಾವ ಮಟ್ಟದ್ದೆಂದರೆ, ಪ್ರಾಯ ಎಪ್ಪತ್ತು ದಾಟಿದ್ದಾಗಲೂ, ವಯೋಧರ್ಮ ದಿಂದ ಇವರ ದೃಷ್ಟಿ ಕುಂದಿದ್ದಲ್ಲವಾಗಿದ್ದರೆ, ಕೇವಲ ಒಬ್ಬ ಅಥವಾ ಇಬ್ಬರು ತಾಂತ್ರಿಕ ಸಹಾಯಕರ ನೆರವಿನಿಂದ, ಒಂಟಿಯಾಗಿಯೇ ಮಧ್ಯಮ ಗಾತ್ರದ ಪ್ರಯೋಗಮಂದಿರ ವನ್ನು, ನಲವತ್ತು ವರ್ಷಗಳಿಗೂ ಹಿಂದೆ ಒಂದಷ್ಟು ಕಾಲ ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಡೌವಿಲ್ಲಿ ಯರನ್ನು ಇವರು ನಡೆಸಿದಂತೆ, ನಿಭಾಯಿಸಬಲ್ಲವರಾಗಿದ್ದರು.

ಬೋಸರ ಈ ಅಸಾಧಾರಣ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಚಾತುರ್ಯ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವಾಗಿತ್ತೆಂದೇನೂ ಭಾವಿಸಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಇಷ್ಟೇ ಸಲೀಸಾಗಿ ರಾಸಾ

ಯನಿಕ ಪ್ರಯೋಗ ಮಂದಿರದಲ್ಲಿಯೂ ಇವರು ವರ್ತಿಸಬಲ್ಲವರಾಗಿದ್ದರು. ಸ್ಫೂರ್ತಿ ಮಂತ ಕ್ಷಣವೊಂದರಲ್ಲಿ ಇವರ ಈ ಅಸಾಧಾರಣ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಚಾತುರ್ಯ ಪ್ರಕಟ ವಾಯಿತು : ಸಲ್ಫೊನಮೈಡ್ ಅಣುವಿನ ಅಂತರಿಕ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಕೈಯಾಡಿಸಿ ಅದನ್ನು ಉಪಯುಕ್ತ ಔಷಧಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಂಯುಕ್ತವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಬಲ್ಲ ಬಲು ನಾಜೂಕು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯೊಂದನ್ನು ಇವರು ಶೋಧಿಸಿದರು. ನೇತ್ರಬಿಂದುಗಳಾಗಿ ವ್ಯಾಪಕ ಬಳಕೆ ಯಲ್ಲಿರುವ ಈ ಸಂಯುಕ್ತವನ್ನು ಕಲ್ಕತ್ತದ ಸುಪರಿಚಿತ ವಾಣಿಜ್ಯ ಸಂಸ್ಥೆಯೊಂದು ಮಾರುಕಟ್ಟೆಗೆ ತಂದಿದೆ.

ತಮ್ಮ ನಡಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಬೋಸ್ ಇಷ್ಟೊಂದು ಬಹುಮುಖ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲವರಾಗಿದ್ದುದರ ರಹಸ್ಯ ಅವರ ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ರಾಹಿತ್ವದ ಹಾಗೂ ಬೌದ್ಧಿಕಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಸನ್ನಿಕಟ ಪೇರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿದೆ. ನಿಜಕ್ಕೂ ಗಣಿತೀಯ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಅವರು ವಸ್ತುತಃ ಸಾಧಿಸಿದ್ದಕ್ಕಿಂತ ಎಷ್ಟೊ ಮಡಿ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಗತಿ ಯನ್ನು ಸಾಧಿಸಬಹುದಾಗಿತ್ತು—ಖಾತ್ರಿ ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಖ್ಯಾತಿ ಗಳಿಸುವಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ (ಭಗವಂತನೇ ಬಲ್ಲ!) ಅವರದನ್ನು ಅಭಿವರ್ಧಿಸಿದರೆಂಬ ಸಂಗತಿ ಅಲ್ಲಾಯಿದ. ಅದು ಇನ್ನೂ ಅಧಿಕತರವಾಗದಿದ್ದರೆ ಅದರ ಕಾರಣ ಬೋಸ್ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿಯ ಬಹುಶ್ರುತ ಬೌದ್ಧಿಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿದ್ದ ಸರ್ವವಿಮರ್ಶಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಗ್ರಾಹಿತ್ವ. ಇವೆರಡು ವರಗಳೂ ಅವರಿಗೆ ಲಘು ಮೈದಾಸ್ ಸ್ಪರ್ಶದ ತಡೆಗಟ್ಟಾಗಿ ದ್ದುವು. ಏಕೆಂದರೆ ಬಹುಶ್ರುತತ್ವದ ಕಾರಣವಾಗಿ ಅವರು, ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಮೃತ್ತಿಕಾ ಮತ್ತು ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಗಳನ್ನು ಗಣಿತ ಮತ್ತು ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಗಳಷ್ಟೇ ಸಲೀಸಾಗಿ ಕೈಗೆತ್ತಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲವರಾಗಿದ್ದರು. ಹೀಗಾಗಿ ಗತ ವರ್ಷಗಳ ಸುದೀರ್ಘಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಅವರು ತಮ್ಮನ್ನು ಪ್ರಥಮತಃ ಗಣಿತೀಯ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಕೂವೆಗಂಬಕ್ಕೆ ಸುಭದ್ರ ವಾಗಿ ಬಂಧಿಸಿಕೊಳ್ಳದೆ ಪಕ್ಕ ಬಜಾವಣೆಗಳ ಮೊಳಗುಗಳಿಂದ ಆಕರ್ಷಿತರಾದರು. ಜೀವನದ ಪರಮಾಲ್ಪತೆಯನ್ನೂ ಕ್ಷಣಭಂಗುರ ತತ್ಕಾಲೀನತೆಯನ್ನೂ ಅವರ ತೀಕ್ಷ್ಣ ವಿಭೇದಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಕಾಣಬಲ್ಲದಾಗಿತ್ತು. ಅನೇಕ ಉದ್ದೀಪಿತ ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಏಕಾಗ್ರ ಪ್ರಯತ್ನದ ಕಾರಣವಾಗಿ ಅನನ್ಯ ಪುರುಷರಾಗುವಂತೆ ಪ್ರೇರಣೆಯ ಚಬುಕನ್ನು ಲಗಾಯಿಸುವ "ವೈಜ್ಞಾನಿಕ" ಮಹಾಕಾಂಕ್ಷೆ ಅವರಿಂದ ತೀರ ಎಳವೆಯಲ್ಲೇ ಸೋರಿಹೋಗಿತ್ತು. ತತ್ಫಲಿತಾಂಶವಾಗಿ ಅವರ ಲಕ್ಷ್ಯ As You Like It ನಾಟಕದಲ್ಲಿಯ ಜೇಕ್ಸ್‌ನದೇ ಆಗಿತ್ತು :

> ಯಾವಾತನಾಕಾಂಕ್ಷೆ ತೊರೆದು ಬಿಸಿ
> ಲಿಗೆ ಮೈಯನೊಡ್ಡುವುದ ಬಯಸುವನೊ
> ತಾನುಂಬ ಕೂಳನರಸುತ ಲಭ್ಯ
> ಫಲದಿ ಮಿಗೆ ತೃಪ್ತಿಯಂ ತಳೆಯುವನೊ

ಆದರೆ ಪುನಃ ಜೇಕ್ಸ್‌ನ ಹಾಗೆ

ನನಗಿಪ್ಪ ಬಂದುದರ ಮೇಲೆ ಗಾ
ಳಿಯ ತೆರದಿ ಬೀಸಲು ವಿಶಾಲ ಸ
ನ್ನದಿಗೆ . . . .

ಸದಾ ತಮ್ಮ ಹಕ್ಕನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಬೋಸ್ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವದಿಂದ ಪಡುವಲ ಸುಳಿಗಾಳಿ ವಿವಿಧ ದಿಶೆಗಳಿಗೆ ಲಭಿಸಿತು. ಆ ಪೈಕಿ ಕೆಲವನ್ನು ಈಗಾಗಲೇ ಗುರುತಿಸಿದ್ದೇನೆ. ಆದರೆ ಅದು ಏರಿಳಿತವಿಲ್ಲದೆ ಸದಾ ಏಕರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬೀಸಿದ ಒಂದು ದಿಶೆಗೆ ಇತರ ಎಲ್ಲವುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಹೆಮ್ಮೆಯ ಸ್ಥಾನ ಸಲ್ಲಲೇಬೇಕು—ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಜನಪ್ರಿಯಗೊಳಿಸುವ ಅಧಿಕೋತ್ಸಾಹದ ಕೆಲಸವದು. ಏಕೆಂದರೆ ಹೊಸತಾಗಿ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಗಳಿಸಿದ ಆದರೆ ಔದ್ಯಮಿಕವಾಗಿ ನ್ಯೂನಾಭಿವರ್ಧಿತ ರಾಷ್ಟ್ರವೊಂದು ತತ್‌ಕ್ಷಣವೇ ಔದ್ಯಮಿಕೋದ್ದಯನದಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣ ಭಾಗಿಯಾಗಲು ನಿರ್ಧರಿಸಿದ್ದಾದರೆ ಆಗ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಧುರೀಣತ್ವ, ಸಿ. ಪಿ. ಸ್ನೋ ಹೆಸರಿಸಿರುವಂಥ, ‘ ಜಾರು–ವಿಧಿ ’ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ (slide rule scientists—ಸಿದ್ಧಸೂತ್ರಬದ್ಧ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು) ಕೈಗಳಿಗೆ ಜಾರಿಸೇರುವ ಅಪಾಯ ಉಂಟು. ಭಾರತದ ಜನತೆಗೆ ಈ ತೆರನಾದ ಅಪಾಯದೆದುರು ನಿಜರಕ್ಷಣೆ ಒದಗಿಸಬಲ್ಲ ಏಕೈಕ ಉಪಾಯ, ರಶ್ಯನರು ಈಚೆಗೆ ಬೃಹತ್ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸಾಧಿಸಿರುವಂತೆ, ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಜನಪ್ರಿಯಗೊಳಿಸುವುದೊಂದೇ ಎಂಬುದಾಗಿ ಬೋಸ್ ನಂಬಿದ್ದಾರೆ. ಎಂದೇ ಅವರು ಭಾರತಕ್ಕೆ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಬರುವ ಮೊದಲು ಬಿಜ್ಞಾನ್ ಪರಿಚಯನೆಂಬ ಬೆಂಗಾಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಪತ್ರಿಕೆಯನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿ ಜನರಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯನ್ನು ಪ್ರಸರಿಸಲು ಮುಂದಾದುದಾಗಿತ್ತು.

ಅವರ ಬಗ್ಗೆ ಬರೆಯಲು ಉದ್ದೇಶಿಸಿ ಒಂದಿಷ್ಟು ವಸ್ತು ಕೊಡಿರೆಂದು ಕೋರಿದಾಗ ನನ್ನದು ವ್ಯರ್ಥ ಶ್ರಮವೆಂದು ಅವರು ಬಗೆದರು. ಆದರೆ ಇದೇ ಮೇಲಿನ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ಓದಿದ ಬಳಿಕ ಅವರು ಕೂಡ ಈ ಪಾರ್ಶ್ವ ಚಿತ್ರಣ ಒಟ್ಟಾರೆ ಕಾಲಹರಣವಲ್ಲವೆಂದು ಒಪ್ಪಿಯಾರಾಗಿ ಆಶಿಸುತ್ತೇನೆ. ತಮ್ಮ ಹೆಸರನ್ನು ಜಾಹೀರುಗೊಳಿಸುವ ಯಾವ ಪ್ರಯತ್ನವನ್ನೂ ಅವರು ಕಟುವಾಗಿ ತಿರಸ್ಕರಿಸುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ತೋರಿತು : ಅಸ್ಸೀಸಿಯ ಸೇಂಟ್ ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ ರಿಕ್ತತೆಯನ್ನು ಹೇಗೊ ಬೋಸ್ ಅನಾಮಧೇಯತೆಯನ್ನು ಹಾಗೆ ಆದರ್ಶವಾಗಿ ಎತ್ತಿ ಹಿಡಿದಿದ್ದರೆಂದು ನನ್ನ ಭಾವನೆ. ಆದರೆ ಇಂಥ ಧೀಮಂತ ಪುರುಷರು ತಮ್ಮ ವಧುಗಳನ್ನು ಅಧಿಕಾಧಿಕವಾಗಿ ಅರಸುತ್ತ ಬೆಂಬತ್ತಿದಂತೆ ಆ ಲತಾಂಗಿಯರು ಇವರಿಂದ ಅಧಿಕಾಧಿಕವಾಗಿ ದೂರ ಜಗುಳುವುದು ಇವರ ‘ ದುರ್ದೈವ ’. ಐಹಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ‘ ಪರಿಮಿತ ’ ಬಳಕೆಯ ಉದ್ದೇಶವಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿದ್ದ ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಕನ್ನರ ತಂಡದ ಸಮೇತ ಸೇಂಟ್ ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ ಹೇಗೆ ಬಡವರಾಗಿರಲಾರದವರಾಗಿದ್ದರೋ ಹಾಗೆ ಬೋಸಾನುಗಳಿಂದ ಖ್ಯಾತನಾಮರಾಗಿರುವ ಬೋಸ್ ನೇಪಥ್ಯದಲ್ಲಿ ಮರೆಯಾಗಿರಲಾರದವರಾಗಿದ್ದಾರೆ.

ಸತ್ಯೇಂದ್ರನಾಥ್ ಬೋಸ್

ಜನನ .... ಜನವರಿ 1, 1894

ಮರಣ .... ಫೆಬ್ರುವರಿ 4, 1974

ಶಿಕ್ಷಣ .... ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಕಲ್ಕತ್ತ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, 1915

1916–21 .... ಲೆಕ್ಚರರ್, ಕಲ್ಕತ್ತ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ

1921–24 .... ರೀಡರ್, ಡಾಕ್ಕಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ

1924–25 .... ಮದಾಮ್ ಕ್ಯೂರಿ ಜೊತೆ ಸಹಕಾರ್ಯಕರ್ತ

1925–26 .... ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಜೊತೆ ಸಹಕಾರ್ಯಕರ್ತ

1926–45 .... ಪ್ರೊಫೆಸರ್, ಡಾಕ್ಕಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ

1945–46 .... ಖೈರಾ ಪ್ರೊಫೆಸರ್, ಕಲ್ಕತ್ತ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ

1952–58 .... ಸಂಸತ್ಸದಸ್ಯ, ರಾಜ್ಯಸಭೆ

1956–58 .... ಕುಲಪತಿ, ವಿಶ್ವಭಾರತಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಕಲ್ಕತ್ತ

1958–74 .... ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ

ಅಧ್ಯಕ್ಷ, ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಕಾಂಗ್ರೆಸ್ (1944)

ಅಧ್ಯಕ್ಷ, ನ್ಯಾಶನಲ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸಸ್ ಆಫ್ ಇಂಡಿಯಾ
ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಫೆಲೊ (1958)

ಪ್ರಶಸ್ತಿಗಳು ಮೇಘನಾದ್ ಸಹಾ ಸುವರ್ಣ ಪದಕ
ಪದ್ಮವಿಭೂಷಣ (1958)
ಹಲವಾರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯಗಳಿಂದ ಗೌರವ ಡಿ.ಎಸ್‌ಸಿ.

ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು Light Quanta Statistics
Affine connections coefficients etc

ಡಾ. ಎಸ್. ಪಿ. ಹಿರೇಮಠ*
ಡಾ. ಎಸ್. ಎಸ್. ಕದ್ದರಗಿ**

ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನ : ಮತ್ತೊಂದು ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಕ್ರಾಂತಿ

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಯು ಇಂದು ಹೊಸದಾದ ಪ್ರಗತಿ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸಾಗುತ್ತಿದೆ. ಐವತ್ತರ ಹಾಗೂ ಅರವತ್ತರ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳು ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು ಪಡೆದು ಮಾನವ ಜೀವನಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಿದವು. ಆದರೆ ಎಪ್ಪತ್ತರ ಹಾಗೂ ಎಂಬತ್ತರ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರವು ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು ಪಡೆದು ನಮ್ಮ ಜೀವನದ ಏಳಿಗೆಗೋಸ್ಕರ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ತೊಡಗುವ ಭರವಸೆ ನೀಡುತ್ತಿದೆ. ಇಂದಿನ ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರವು ಹತ್ತು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದಿನ ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿದೆ. ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಈ ಕೊನೆಯ ಕಾಲು ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಜಗತ್ತು ಎರಡನೆಯ ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಕ್ರಾಂತಿಯನ್ನು ಕಂಡಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನ (Biotechnology) ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಜಗತ್ತಿನಾದ್ಯಂತ ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಬುದ್ಧಿಶಕ್ತಿಯ ಸಂಕೇತವಾಗಿ ಮಾನವ ಕುಲಕ್ಕೆ ಅಮೋಘ ಫಲಗಳನ್ನು ನೀಡುವ ಒಂದು ಅಧ್ಯಯನವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿದೆ.

ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಸಸ್ಯಗಳ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲವೆ ಅವುಗಳ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಅವುಗಳಿಂದ ಸುಧಾರಿತ, ಉಪಯುಕ್ತಕರ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವ ವಿಧಾನಗಳ ಶಾಸ್ತ್ರವಾಗಿದೆ ಇದು ಅಣ್ವಿಕ ಜೀವ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ತರವಾದ ಸಂಶೋಧನೆಯಾಗಿದೆ. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರದ ಹಲವು ಮೂಲಭೂತ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಉದ್ದಿಮೆ, ವ್ಯಾಪಾರ, ಕೃಷಿ, ಆರೋಗ್ಯ, ಮುಂತಾದ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಜೈವಿಕತಂತ್ರ

*ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು, ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗ, ಗುಲಬರ್ಗಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, ಗುಲಬರ್ಗಾ.
**ಸಹಾಯಕ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು, ಎಚ್.ಕೆ.ಇ. ಸಂಸ್ಥೆಯ ಫಾರ್ಮಸಿ ಕಾಲೇಜು, ಗುಲಬರ್ಗಾ.

ಜ್ಞಾನ ಉಪಯೋಗಕಾರಿಯಾಗಿ ಮುಂದಿನ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಜೀವನದ ರೂಪರೇಷೆಗಳನ್ನೇ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ.

ಜೀವಕೋಶವು ಸಣ್ಣ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಾರಖಾನೆ ಇದ್ದಂತೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದನಾ ವಿಧಾನಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆನುವಂಶಿಕ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಅನುಸರಿಸುತ್ತವೆ. ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಡಿಆಕ್ಸಿರೈಬೋನುಕ್ಲಿಯಕ್ ಆಮ್ಲ ಅಥವಾ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಎಂಬ ಆನುವಂಶಿಕ ಪದಾರ್ಥವಿರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ರೈಬೋನುಕ್ಲಿಯಕ್ ಆಮ್ಲ ಅಥವಾ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಎಂಬ ಪದಾರ್ಥವೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಆನುವಂಶಿಕ ಸೂಚನೆಯು ಒಂದು ಜೀವಿಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಜೀವಿಗೆ ರಸಾಯನಿಕ ನಿಯಮಾವಳಿ(Chemical Code)ಯ ಮೂಲಕ ಸಾಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ನಿಯಮಾವಳಿಯ ಶಬ್ದಗಳು ಹಾಗೂ ಅಕ್ಷರಗಳು ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ದ ದ್ವಿಸುರಳಿ (Double helix)ಯಲ್ಲಿ ಹುದಗಿರುತ್ತವೆ. ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ದ ದ್ವಿಸುರಳಿಯು ಮೂಲತಃ ನಾಲ್ಕು ಏಕಾಂಶಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಏಕಾಂಶ ಡಿಆಕ್ಸಿರೈಬೋಸ್ ಎಂಬ ಶರ್ಕರ, ಫಾಸ್ಫರಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಮತ್ತು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ನೈಟ್ರೊಜನ್‌ಯುಕ್ತ ಸಂಯುಕ್ತ ಇವುಗಳ ಜೋಡಣೆಯುಳ್ಳ ಒಂದು ಘಟಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಘಟಕಕ್ಕೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ನೈಟ್ರೊಜನ್ ಯುಕ್ತ ಸಂಯುಕ್ತಗಳೆಂದರೆ ಅಡೆನಿನ್, ಥೈಮಿನ್, ಸೈಟೋಸಿನ್ ಮತ್ತು ಗ್ವಾನಿನ್ ಎಂಬ ರಸಾಯನಿಕಗಳು. ಆದ್ದರಿಂದ ಇವುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಘಟಕಗಳಿಗೆ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಎ.ಟಿ.ಸಿ. ಹಾಗೂ ಜಿ. ಎಂದು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ಬರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಏಕಾಂಶಗಳು ಡಿ ಎನ್.ಎ.ದ ದ್ವಿಸುರಳಿಯಲ್ಲಿ ಪದೇ ಪದೇ ಸಾವಿರಾರು ಸಲ ಗೋಚರಿಸುತ್ತವೆ.

ಯಾವುದೇ ಮೂರು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್‌ಗಳ ಶ್ರೇಣಿಯು ಅಗತ್ಯವಾದ 20 ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಮ್ಲದ ನಿಯಮಾವಳಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳು ಪ್ರೋಟಿನ್‌ಗಳ ಏಕಾಂಶಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ದಲ್ಲಿ ಸಿ.ಯು. ಶ್ರೇಣಿಯು ಲುಸಿನ್ ಎಂಬ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲದ ನಿಯಮಾವಳಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅದರಂತೆ ಸಿ.ಸಿ. ಶ್ರೇಣಿಯು ಪ್ರೋಲಿನ್ ಎಂಬ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲದ ನಿಯಮಾವಳಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ದ ವಂಶವಾಹಿ ನಿಯಮಾವಳಿಯನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಿ ವಂಶವಾಹಿಯು ತಯಾರಿಸುವ ಒಂದು ಪ್ರೋಟಿನಿನ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ತದ್ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಪ್ರೋಟಿನ್ ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿಯ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳ ಶ್ರೇಣಿಯನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಿ ಡಿ.ಎನ್.ಎ ದಲ್ಲಿಯ ಏಕಾಂಶಗಳ ಶ್ರೇಣಿಯನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಕತ್ತರಿಸಬಲ್ಲ ನಿರ್ಬಂಧನಾ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು ಸಂಶೋಧಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಕಿಣ್ವಗಳ ಫಲದಿಂದ ಪುನರ್ ಸಂಯೋಜಿತ ಡಿ.ಎನ್ ಎ. ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ (Recombinat DNA

technology) ಎಂಬ ಹೊಸ ಸಂಶೋಧನಾ ಕ್ಷೇತ್ರವು ವಿಕಸಿತಗೊಂಡಿದೆ. ಜೈವಿಕ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಗತಿಯಾಗಲು ಪುನರ್ ಸಂಯೋಜಿತ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವೇ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ.

ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಆನುವಂಶಿಕತೆಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯನ್ನು ನಿರ್ಬಂಧನಾ ಕಿಣ್ವಗಳಿಂದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಕತ್ತರಿಸಲಾಗುವುದು. ಇದೇ ರೀತಿ ಇನ್ನೊಂದು ಜೀವಿಯಿಂದ ಪಡೆಯಲಾದ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯನ್ನು ಸಹ ಕತ್ತರಿಸಲಾಗುವುದು. ಎರಡನೆಯ ಜೀವಿಯ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಬೇಕೆನಿಸಿದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯ ಜೀವಿಯ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ತುಂಡುಗಳೊಂದಿಗೆ ಮಿಶ್ರಿಸಲಾಗುವುದು. ಈ ಮಿಶ್ರಣಕ್ಕೆ ಲೈಗೇಜ ಎಂಬ ಕಿಣ್ವವನ್ನು ಕೂಡಿಸಿದಾಗ ಎರಡು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಜೀವಿಗಳ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ತುಂಡುಗಳು ಸಂಯೋಜನೆ ಹೊಂದಿ ಮಿಶ್ರತಳಿ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ತಮಗೆ ಬೇಕೆನಿಸಿದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ವಂಶವಾಹಿ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಲು ಸಮರ್ಥರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಬದಲಿಸುವ ಕ್ರಮಕ್ಕೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಆಣ್ವಿಕ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆ ಎಂದು ಕರೆದಿದ್ದಾರೆ. ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲಿಗೆ 1972ರಲ್ಲಿ ಅಮೇರಿಕೆಯ ಸ್ಟ್ಯಾನ್‌ಫರ್ಡ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಪಾಲ್‌ಬರ್ಗ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಕಂಡು ಹಿಡಿದನು. ಈ ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಸಂಶೋಧನೆಯು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಕ್ರಾಂತಿಯನ್ನೇ ತಂದಿತು. ಪಾಲ್‌ಬರ್ಗ್ ಅವರನ್ನು 1980ರಲ್ಲಿ ನೋಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕದಿಂದ ಸನ್ಮಾನಿಸಲಾಯಿತು.

ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಈಗ ಸಂಕೀರ್ಣ ಉಪಕರಣಗಳ ಶೋಧನೆಯಾಗಿದೆ. ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ತುಂಡುಗಳನ್ನು ತೀವ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಹೊಂದಿಸಲು ಸ್ವಯಂ ಚಾಲಿತ ಉಪಕರಣಗಳು ಈಗ ಅಮೆರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಾಗಿವೆ. ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಾ ತಾಂತ್ರಿಕ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಯಂತ್ರವು 12 ರಿಂದ 14 ಏಕಾಂಶಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಎರಡು ಸುರಳಿಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಬಲ್ಲದು. ಇನ್ನೊಂದು ಇಂತಹ ಉಪಕರಣವು ತನ್ನಿಂದ ತಾನಾಗಿಯೇ ಪ್ರೋಟಿನ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳ ಶ್ರೇಣಿಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಪ್ರೋಟಿನ್ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಪುನರ್ ಸಂಯೋಜಿತ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಚಕಿತಗೊಳಿಸಬಲ್ಲ ಪ್ರಗತಿಯಾಗುತ್ತಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಒಂದು ಪ್ರಾಣಿಯ ವಂಶವಾಹಿಯನ್ನು ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸಿ ಇನ್ನೊಂದು ಜೀವಿಯ ವಂಶವಾಹಿಯೊಂದಿಗೆ ಜೋಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇಲಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಹಾರ್ಮೋನ್‌ಗೆ ಕಾರಣವಾದ ವಂಶವಾಹಿಯನ್ನು ಗರ್ಭ ಹೊಂದಿದ ಇಲಿಯ ಅಂಡಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ನೆಟ್ಟು ಅಂಡಾಣುವನ್ನು ಪುನಃ ಇಲಿಯ ಗರ್ಭಕ್ಕೆ ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಹುಟ್ಟಿದ ಇಲಿಗಳು ಬೆಳವಣಿಗೆಯ

ಹಾರ್ಮೋನನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದಿಸಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಇಲಿಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ತೀವ್ರವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವುದನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಂಡಿದ್ದಾರೆ.

ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಫಲದಿಂದ ಹಲವಾರು ಆನುವಂಶಿಕ ರೋಗಗಳನ್ನು ಗುಣ ಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬಹುದು. ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನದಿಂದ ಇನ್ಸುಲಿನ್ ಎಂಬ ಮುಖ್ಯವಾದ ಹಾರ್ಮೋನನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಇದು ಸಿಹಿ ಮೂತ್ರ ರೋಗವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ. ಮಾನವನಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಇನ್ಸುಲಿನ್ ಇತರ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಂದ ಪಡೆದ ಇನ್ಸುಲಿನ್‌ನಿಂದ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಹರ್ಬರ್ಟ್ ಬೋಯರ್ ಪ್ರಕಾರ ಇನ್ಸುಲಿನ್ ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಬೆಕ್ಟೀರಿಯಾವು ಮಾನವನಲ್ಲಿ ಇನ್ಸುಲಿನ್‌ನ್ನು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದಿಸಬಲ್ಲದು. ಕೆನಡಾದಲ್ಲಿ ನೆಲೆಸಿದ ಭಾರತೀಯರಾದ ಡಾ. ಶರನ್ ನಾರಂಗ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಕ ಮಾನವ ಇನ್ಸುಲಿನ್ ತಯಾರಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವನ್ನು ಭಾರತ ಸರಕಾರಕ್ಕೆ ನೀಡಲು ಮುಂದೆ ಬಂದಿದ್ದಾರೆ. ಈ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಕೆನಡಾದ ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಸಮಿತಿಗೆ ಮುಖ್ಯ ಸಲಹೆಗಾರರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಂದ ದೊರೆತ ಇನ್ಸುಲಿನ್‌ದ ಕೊರತೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಭಾರತವು ಶೇಕಡಾ 25ರಷ್ಟು ಇನ್ಸುಲಿನ್‌ನ್ನು ಆಮದು ಮಾಡಿ ಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದೆ.

ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಇಂಟರ್‌ಫೆರಾನ್, ಚುಚ್ಚುಮದ್ದುಗಳು, ಪ್ರೋಟೀನ್‌ಗಳು ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನು ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿದೆ. ಜೂನ್ 1980ರಲ್ಲಿ ಮಾನವ ಇಂಟರ್‌ಫೆರಾನ್ ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಬೆಕ್ಟೀರಿಯಾವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲಾಯಿತು. ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಾದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮಾನವ ರೆನಿನ್‌ನ್ನು ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಕ ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ. ಇದರಿಂದ ರಕ್ತದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಹುದು.

ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಈಗ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಕಿಣ್ವನ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಉತ್ತಮ ಗೊಳಿಸಬಲ್ಲದು. ಸುಧಾರಿತ ಬೆಕ್ಟೀರಿಯಾದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಜೈವಿಕ ರಾಶಿಯನ್ನು ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು. ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ತಮ ದರ್ಜೆಯ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಈಗಾಗಲೇ ಉದ್ದಿಮೆಗಾರರು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ಖರ್ಚಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಪಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ಜನ ಸಂಖ್ಯಾ ಸ್ಫೋಟದಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸಿದ ಆಹಾರ ಸಮಸ್ಯೆಯು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ನೀಗ ಬಹುದು. ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನದಿಂದ ಸೇಬಿನ ಗುಣಧರ್ಮಗಳನ್ನು ಅವರೆ ಬೀಜಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು. ಅದರಂತೆ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿಯ ವಂಶವಾಹಿಯನ್ನು ಪ್ರಾಣಿಗಳ ವಂಶ ವಾಹಿಯೊಂದಿಗೆ ಕೂಡಿಸಿ ಹೊಸದಾದ ಜೀವಿಯೊಂದನ್ನು ಹುಟ್ಟಿಸಬಹುದು. ಜಪಾನಿನಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಫಲಕೊಡುವ, ರೋಗಗಳನ್ನೂ ಕೀಟಗಳನ್ನೂ ಪ್ರತಿ

ಘಟಿಸಬಲ್ಲ, ಬೀಜಗಳನ್ನು ವಂಶವಾಹಿ ಬದಲಾವಣೆಯಿಂದ ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ. ಈಗ ಅಮೆರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪರಾಗಕ್ರಿಯೆಯ ಆವಶ್ಯಕತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ "ಸಂಶ್ಲೇಷಿತ" ಬೀಜಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಸಂಶೋಧನೆ ಕೈಗೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಇದರಿಂದ ಯಾವುದೇ ಬೆಳೆಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಅವಧಿಯನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಇಂತಹ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಜೈವಿಕ ಗೊಬ್ಬರಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಸಾಮಾನ್ಯ ಅಕ್ಕಿಗಿಂತ ಶೇಕಡ 13ರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಉತ್ಪಾದಿಸಬಲ್ಲ ಮಿಶ್ರ ತಳಿಯೊಂದನ್ನು ಜಪಾನ್ ಸರಕಾರದ ಕೃಷಿ ಇಲಾಖೆಯು ದಾಖಲೆ ಮಾಡಿಕೊಂಡಿದೆ.

ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನವನ್ನು ಸಾಗರಗಳಿಗೂ ಹಬ್ಬಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸಾಗರಗಳಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಬಗೆಯ ಸಸ್ಯಗಳು, ಪ್ರಾಣಿಗಳು, ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಾಣುಗಳು ಹೇರಳವಾಗಿ ದೊರೆಯುತ್ತವೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಶೇಕಡಾ 10ರಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ವ್ಯವಸಾಯ ಯೋಗ್ಯವಾಗಿದೆ. ದಿನೇ ದಿನೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿರುವ ಜನಸಂಖ್ಯೆಯ ಆಹಾರ ಪೂರೈಕೆಗೆ ಸಾಗರದಲ್ಲಿ ಸಾಗುವಳಿಯು ಮುಂಬರುವ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಆವಶ್ಯಕವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಸಾಗರ ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನವು ಈಗ ಜಗತ್ತಿನಾದ್ಯಂತ ತೀವ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಕ್ಷೇತ್ರವಾಗಿದೆ. ಇದರಿಂದ ಆಹಾರ, ಔಷಧಿಗಳು, ರಸಾಯನಿಕಗಳು, ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ಯುರೋಪ್, ಅಮೆರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಉದ್ಯೋಗ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಜೈವಿಕ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದಿಂದ ಅನೇಕ ಮಹತ್ವದ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡುತ್ತಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಸೊಮೆಟೋಸ್ಟ್ಯಾಟಿನ್ ಎಂಬ ಮೆದುಳಿನ ಹಾರ್ಮೋನ್ ಮತ್ತು ಥೈಮೋಸಿಸ್ ಆಲ್ಪ ಎಂಬ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ನಿರೋಧಕ ಔಷಧಿ. ಶ್ವಾಸಕೋಶದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್‌ನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸಲು ಅಮೆರಿಕೆಯ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಕಾನ್ಸರ್ ಸಂಸ್ಥೆಯು ಥೈಮೋಸಿಸ್ ಅಲ್ಫವನ್ನು ಶಿಫಾರಸು ಮಾಡಿದೆ.

ಅಮೆರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ನೆಲೆಸಿದ ಭಾರತೀಯರಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಾಣುಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ಆನಂದ ಚಕ್ರವರ್ತಿ ಎಂಬುವವರು 1972ರಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಸುಡೋಮೋನಾಸ್ ಬೇಕ್ಟೀರಿಯವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಬೆಕ್ಟೀರಿಯಾವು ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಂ ಎಣ್ಣೆಯನ್ನು ಪ್ರೋಟಿನ್ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್‌ಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಅಮೆರಿಕೆಯ ಸರ್ವೋಚ್ಚ ನ್ಯಾಯಾಲಯವು ಚಕ್ರವರ್ತಿಯವರಿಗೆ ಎಂಟು ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ ತಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಸ್ವಾಯತ್ವತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಲು ಪರವಾನಿಗೆ ನೀಡಿತು. ಈ ಬೆಕ್ಟೀರಿಯಾದಿಂದ ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಂ ಎಣ್ಣೆಯಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಸಾಗರ ಮಾಲಿನ್ಯವನ್ನು ಹೋಗಲಾಡಿಸಬಹುದು.

ಅಮೆರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಎಷ್ಟು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗುತ್ತಿದೆ ಎಂದರೆ ಕ್ರಿ.ಶ. 2000ರಷ್ಟಿಗೆ ಅನೇಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ಉದ್ದಿಮೆಗಳು ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡು ಅವುಗಳ ಬದಲಾಗಿ ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಉದ್ದಿಮೆಗಳ ಸ್ಥಾಪನೆಯಾಗಬಹುದು. ಈ

ರೀತಿಯ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಂದ ಆಗಬಹುದಾದ ಪರಿಣಾಮಗಳ ಸ್ವರೂಪ ನಮಗಿನ್ನೂ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ.

ಭಾರತವು ಈ ದಿಸೆಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಪ್ರಗತಿ ಸಾಧಿಸಿದೆ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಭಾರತದಂತಹ ಜನಭರಿತ ಬಡರಾಷ್ಟ್ರಕ್ಕೆ ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಮುಂದಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ವರವಾಗಬಹುದು. ಭಾರತ ಸರಕಾರ ಹೊಸ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ನೀಡಿ ಆರೋಗ್ಯ, ಕೃಷಿ, ಶಕ್ತಿ, ಉದ್ದಿಮೆ, ಮುಂತಾದ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಜೈವಿಕತಂತ್ರ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಯೋಜನೆ ಹಾಕಿಕೊಂಡಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಅನುಕೂಲ ದೊರಕಿಸಲು ಸರಕಾರವು 1982ರಲ್ಲಿ ರಾಷ್ಟ್ರಿಯ ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಸಮಿತಿಯನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿತು. ಸರಕಾರವು ಈ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯಗಳಿಗೆ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳಿಗೆ ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಸಂಶೋಧನೆಗೆಂದು ಭಾರೀ ಮೊತ್ತದ ಧನಸಹಾಯ ನೀಡುತ್ತಿದೆ. ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಮಿತಿಯು ದೇಶದಲ್ಲಿ ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಉದ್ದಿಮೆಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲು ನಿರ್ಧರಿಸಿದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಖಾಸಗಿ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಟಾಟಾ, ಹಿಂದುಸ್ತಾನ್ ಲಿವರ್, ಯುನೈಟೆಡ್ ಬ್ರೆವರಿಜ್, ಡಿಸಿಎಮ್, ರ್‍ಯಾನ್‌ಬ್ಯಾಕ್ಸಿ, ಮುಂತಾದ ಕಂಪನಿಗಳು ಜೈವಿಕತಂತ್ರಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಹಣ ತೊಡಗಿಸಲು ಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ಹಾಕಿಕೊಂಡಿವೆ.

ಡಾ. ಜಿ. ಡಬ್ಲ್ಯು ನ್ಯಾನ್‌ಲೂನ್*

ಆಮ್ಲ ಮಳೆ

ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಹಾಗೂ ಒಕ್ಕಲುತನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗಾಗಿ ಭಾರತ ಕೈಕೊಂಡಿರುವ ಯೋಜನೆಗಳ ಒಂದು ಮೂಲಭೂತ ಅಂಶವೆಂದರೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ. ಸಧ್ಯ : ಭಾರತದಲ್ಲಿ 30,000 ಮೆ.ವ್ಯಾ. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಮುಂಬರುವ 20 ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ 1,10,000 ಮೆ.ವ್ಯಾ.ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಭಾರೀ ಪ್ರಮಾಣದ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಭಾರತ ಸರಕಾರ ಹಮ್ಮಿಕೊಂಡಿದೆ. ಅಂದರೆ ಇನ್ನೂ 80,000 ಮೆ.ವ್ಯಾ. ನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಬೇಕು ಎಂದಂತಾಯಿತು. ಈ ಪೈಕಿ 10,000 ಮೆ.ವ್ಯಾ. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಅಣುಶಕ್ತಿ ಸ್ಥಾವರಗಳಿಂದಲೂ 30,000 ಮೆ.ವ್ಯಾ. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಜಲವಿದ್ಯುದ್ಯೋಜನೆಗಳಿಂದಲೂ ಉಳಿದ 40,000 ಮೆ.ವ್ಯಾಟನ್ನು ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಉರಿಸಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಅಂದರೆ ಶಾಖೋತ್ಪನ್ನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳಿಂದಲೂ ಪಡೆಯಬಹುದು ಎಂದು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಲಾಗಿದೆ. 40,000 ಮೆ.ವ್ಯಾ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ದೊರಕಿಸಬೇಕಾದರೆ 3 3 ದಶಲಕ್ಷ ಚದುರ ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವಾಗಿರುವ ಭಾರತದಲ್ಲಿ 250 ಮೆ.ವ್ಯಾ. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ 160 ಶಾಖೋತ್ಪನ್ನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ನಾಲ್ಕು ಶಾಖೋತ್ಪನ್ನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳು ಕರ್ನಾಟಕದ ಪಾಲಿಗೆ ಬಂದಿವೆ. ಅವುಗಳ ಪೈಕಿ ಒಂದು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ರಾಯಚೂರಿನಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯಾರಂಭ ಮಾಡಿದೆ.

ಇಂಥ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಕೈಕೊಂಡಾಗ ಪರಿಸರಮಾಲಿನ್ಯಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕೆಲವು ಗಂಭೀರ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಎದುರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಇಂದು ಎದುರಿಸುತ್ತಿರುವ ಪರಿಸರಮಾಲಿನ್ಯದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುಶಃ ಅತ್ಯಂತ

---

* ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು, ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗ, ಕ್ವೀನ್ಸ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಕಿಂಗ್ಸಟನ್, ಕೆನಡಾ. ದಿನಾಂಕ ೨–೮–೮೫ರಂದು ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿಯ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಮಾಡಿದ ಪ್ರಸಾರಾಂಗ ಭಾಷಣ. ಅನುವಾದ: ಡಾ. ಸರ್ವೋತ್ತಮ ವೈ ಅಂಬೇಕರ ರೀಡರ್, ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗ, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು.

ಗಂಭೀರವಾದದ್ದು ಅಂದರೆ ಆಮ್ಲಮಳೆ. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಈ ಆಮ್ಲಮಳೆಯ ಸಮಸ್ಯೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಈಗ ಏನು ಅರಿತುಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಸುವುದೇ ಈ ಲೇಖನದ ಉದ್ದೇಶ.

ಕೆನಡಾ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದ ಅಪಾಯದ ಮೊದಲ ಸೂಚನೆಗಳು :

ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಕೆನಡಾದ ಓಂಟಾರಿಯಾ ಪ್ರಾಂತದ ಸರೋವರಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಜೈವಿಕ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಲಾಯಿತು. ಈ ಸರೋವರಗಳು ಕಿಲರ್ನೆ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿದ್ದು, ನಿಕೆಲ್ ಲೋಹದ ಅದಿರನ್ನು ಕರಗಿಸುವ ಪ್ರಮುಖ ಕೇಂದ್ರವಾದ ಸಡ್‌ಬರಿಯಿಂದ ಅನತಿದೂರದಲ್ಲಿವೆ. 1966 ರಲ್ಲಿ ಟೊರೆಂಟೋ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನೊಬ್ಬ ಈ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿರುವ ಲವ್ಸ್‌ಡನ್ ಸರೋವರದೊಳಗೆ 4000 ಸಾಮನ್ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟುಹೋದ. ಒಂದು ವರ್ಷದ ನಂತರ ಬಂದು ನೋಡಿದರೆ ಆ ಸರೋವರದಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಸಾವಿರಗಳ ಪೈಕಿ ಒಂದು ಸಾಮನ್ ಮೀನು ಸಹ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಮೀನುಗಳ ಸಾವಿನ ಬಗ್ಗೆ ಕಾರಣವೇನಿರಬಹುದು? ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಲು, ಇದಾದ ನಂತರ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದಾಗ ಸರೋವರದ ನೀರಿನ ಆಮ್ಲತೆ, 1961 ರಲ್ಲಿಯಕ್ಕಿಂತ 1971ರಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ ಹತ್ತು ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ, 250 ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾದದ್ದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಸಾಮನ್ ಮತ್ತು ಇತರ ಪ್ರತಿಷ್ಠಿತ ಜಾತಿಯ ಮೀನುಗಳು ನೀರಿನ ಆಮ್ಲತೆಯಲ್ಲಿ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ಬದಲಾವಣೆಯಾದರೂ ಸಹ ತೀವ್ರ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ತೋರಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗಿರುವಾಗ ಸರೋವರದ ನೀರಿನ ಆಮ್ಲತೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಮಾಣದ ಏರಿಕೆ ಇರುವಾಗ ಒಂದೂ ಮೀನು ಉಳಿಯದೇ ಇರುವುದು ಏನು ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಲ್ಲ.

ಇದೇ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕಾದಲ್ಲಿ ಸುರಿದ ಮಳೆನೀರಿನ ಆಮ್ಲತೆಯನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದಾಗ ಈ ಮಳೆನೀರಿನ ಆಮ್ಲತೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಏರಿಕೆ ಆದದ್ದು ಕಂಡುಬಂದಿತು ಮತ್ತು ಮಳೆನೀರಿನಲ್ಲಿಯ ಆಮ್ಲತೆಯ ಹೆಚ್ಚಳ ಹಾಗೂ ಸರೋವರದ ನೀರಿನಲ್ಲಿಯ ಆಮ್ಲತೆಯ ಹೆಚ್ಚಳ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮ್ಯತೆ ಇತ್ತು.

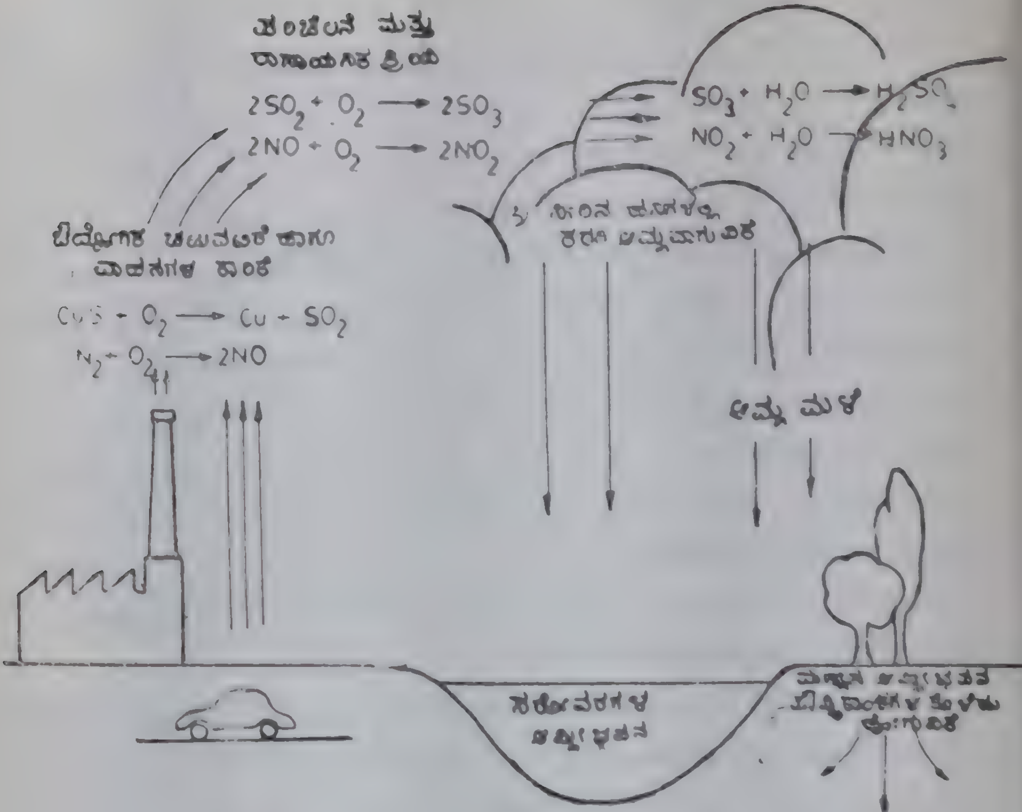
ಇದೊಂದು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾದ ಒಂಟಿ ಉದಾಹರಣೆ ಎಂದು ತಾತ್ಸಾರ ಮಾಡುವಂತಿಲ್ಲ. ಓಂಟಾರಿಯಾ ಪ್ರಾಂತದ 2.5 ಲಕ್ಷ ಸರೋವರಗಳಲ್ಲಿ 250 ಸರೋವರಗಳು ಈಗಾಗಲೇ 'ಮೃತ ಸರೋವರ'ಗಳಾಗಿವೆ ಮತ್ತು ಇನ್ನೂ 50,000 ಸರೋವರಗಳು ಆಮ್ಲಮಳೆಯ ಬಾಧಕ ಪರಿಣಾಮಗಳಿಗೆ ತುತ್ತಾಗುವ ಸಂಭವವಿದೆ ಎಂದು ಈಗ ಖಚಿತವಾಗಿದೆ. ಮೀನಿನ ವಿಚಾರವಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೇ ಒಕ್ಕಲುತನ, ಕಾಡಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆ, ಕಟ್ಟಡಗಳು ಮತ್ತು ಮಾನವನ ಆರೋಗ್ಯ ಇವುಗಳ ಮೇಲೆ ಆಮ್ಲಮಳೆ ಬೀರಬಹುದಾದ ಬಾಧಕಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿಚಾರಿಸಿದಾಗ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯ ಗಂಭೀರತೆಯ ಅರಿವಾಗುತ್ತದೆ.

ಆಮ್ಲ ಮಳೆ ಎಂದರೇನು ?

ಶುದ್ಧ ನೀರು ತಟಸ್ಥವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅದು ಆಮ್ಲೀಯವೂ ಅಲ್ಲ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲೀಯವೂ ಅಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಅಯಾನು $[H^+]$ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಷ್ಟೇ ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿಲ್ ಅಯಾನು $[OH^-]$ ಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಒಂದು ಲೀಟರ್ ಶುದ್ಧ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಅಯಾನಿನ $[H^+]$ ಸಾರ 10^{-7} ಗ್ರಾಂ. ತುಲ್ಯಮಾನ. ಇದನ್ನು pH ಮಾಪನದಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಶುದ್ಧ ನೀರಿನ pH = 7 ಎಂದು ಆಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ತಟಸ್ಥ pH ಎಂದು ಅನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ಲೀಟರ್ ದ್ರಾವಣವೊಂದರಲ್ಲಿ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಅಯಾನಿನ $[H^+]$ ಸಾರ 10^{-6} ಗ್ರಾಂ ತುಲ್ಯಮಾನಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾಗಿದ್ದರೆ ಅದರ pH = 6 ಆಗುತ್ತದೆ. ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಅಯಾನಿನ $[H^+]$ ಸಾರ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ಅದರ ಆಮ್ಲತೆಯೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ದ್ರಾವಣವೊಂದರ pH, ತಟಸ್ಥ pH 7 ಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾದರೆ ಕಡಿಮೆಯಾದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲಮಾನಕ್ಕೆ 10 ಪಟ್ಟು ಆಮ್ಲತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. pH, 6, 5, 4.... ಇರುವ ದ್ರಾವಣಗಳು ಶುದ್ಧ ನೀರಿಗಿಂತ 10, 100, 1000.... ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಆಮ್ಲೀಯವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ಮಳೆನೀರಿನಲ್ಲಿ ವಾತಾವರಣದ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್ ವಾಯುಉ ಕರಗಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಮಳೆ ನೀರಿನ pH, 5.7 ಇರುತ್ತದೆ. ಇದು ಅಪಾಯಕಾರಿ ಅಲ್ಲ, ಮಳೆ ನೀರಿನ pH ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆ ಆದಾಗ ಅಂಥ ಮಳೆಗೆ ಆಮ್ಲಮಳೆ ಎಂದು ಅನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕೆಯ ಪೂರ್ವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸುರಿಯುವ ಮಳೆ ನೀರಿನ pH 4.5–4.0 ಇರುತ್ತದೆ. ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಮಳೆನೀರು ಇದಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಆಮ್ಲೀಯವಾಗಿರಬಹುದು. ಇದುವರೆಗೆ ದಾಖಲಾದ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚು ಆಮ್ಲೀಯ ಮಳೆ ಎಂದರೆ ಅಮೆರಿಕಾದ ವರ್ಜೀನಿಯಾ ಪ್ರಾಂತದ ವ್ಹೀಲಿಂಗ ಎಂಬ ಊರಲ್ಲಿ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಸುರಿದ ಮಳೆ. ಈ ಮಳೆ ನೀರಿನ pH, 1.5 ಇತ್ತು.

ಮಳೆನೀರು ಆಮ್ಲೀಯವಾಗಿರಲು ಮುಖ್ಯಕಾರಣವೆಂದರೆ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಗಂಧಕಾಮ್ಲ ಮತ್ತು ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲಗಳು. ಇವು ಅಲ್ಲದೆ ಬೇರೆ ಘಟಕಗಳೂ ಸಹ ನೀರಿನ ಆಮ್ಲತೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುವುದುಂಟು. ಈ ಆಮ್ಲಗಳು ಮಳೆನೀರಿನಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದು ಕುತೂಹಲಕಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಪ್ರಕೃತಿಯ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಮತ್ತು ಮಾನವನ ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಂದಾಗಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಗಂಧಕದ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್ ಹಾಗೂ ಸಾರಜನಕದ ಆಕ್ಸೈಡುಗಳು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ 1). ಈರೀತಿ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸೇರಿದ ವಾಯುಗಳು ಪೃಥ್ವಿಯ ಮೇಲ್ಭಾಗದ ಹವೆಯಲ್ಲಿ ನೂರಾರು ಮೈಲು ಪರಿಚಲಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಚೋದಕ, ಉತ್ಕರ್ಷಕ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯಪ್ರಕಾಶ ಇವುಗಳ



ಚಿತ್ರ 1

ಪ್ರಭಾವಗಳಲ್ಲಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗೊಳಗಾಗಿ ಕೊನೆಗೆ ನೀರಿನ ಹನಿಗಳಲ್ಲಿ ಕರಗಿ ಆಮ್ಲದ ದ್ರಾವಣಗಳನ್ನಾಗಿ ಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕೆಯ ಪೂರ್ವದಲ್ಲಿ ಸುರಿದ ಮಳೆಯ 30% ಆಮ್ಲತೆಗೆ ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲ ಕಾರಣವಾದರೆ ಉಳಿದ 70% ಆಮ್ಲತೆಗೆ ಕಾರಣ ಗಂಧಕಾಮ್ಲ ಎಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲದ ಉತ್ಪನ್ನಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಸಾರಜನಕದ ಆಕ್ಸೈಡ್ ವಾಯುವಿನ ಪೈಕಿ 60% ವಾಯುವಾಹನಗಳು ಕಾರುವ ಹೊಗೆಯಿಂದ ಬಂದರೆ, 30% ವಾಯು ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಂದಾಗಿ ಬರುತ್ತದೆ. ಶಾಖೋತ್ಪನ್ನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳಿಂದ ಬಾಕಿ 10% ಬರುತ್ತದೆ. ಗಂಧಕಾಮ್ಲದ ಉತ್ಪನ್ನಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಗಂಧಕದ ಡೈಆಕ್ಸೈಡು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಮೂರು ಉದ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಹೊರಟ ಹೊಗೆಯ ಮುಖಾಂತರವಾಗಿ ಸೇರುತ್ತದೆ. ಈ ಉದ್ಯಮಗಳೆಂದರೆ 1) ಸಲ್ಫೈಡ್ ಅದಿರನ್ನು ಕರಗಿಸುವುದು 2) ಲೋಹಗಳನ್ನು ಪರಿಷ್ಕರಿಸುವುದು 3) ಶಾಖೋತ್ಪನ್ನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳು. ಎಲ್ಲ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಆಮ್ಲಗಳ

ಪ್ರಮಾಣ ಇದೇ ರೀತಿ ಇರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಹೇಳಲಾಗದು. ಹೆಚ್ಚು-ಕಡಿಮೆ ಆಗುವು ದುಂಟು. ಆದರೆ ಸ್ವಯಂಚಾಲಿತ ವಾಹನಗಳ ಓಡಾಟ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಇದ್ದಕಡೆ ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲದ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಬಳಸುವ ಉದ್ಯಮಗಳು ಇದ್ದಲ್ಲಿ ಗಂಧಕಾಮ್ಲದ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

ಮಳೆ ಇಂಥಲ್ಲಿಯೇ ಸುರಿಯಬೇಕು ಎಂದು ಯಾರೂ ಅದಕ್ಕೆ ಲಕ್ಷ್ಮಣರೇಖೆ ಹಾಕಿಲ್ಲ. ಮಳೆಗೆ ಯಾವ ರಾಷ್ಟ್ರದ ಸೀಮೋಲ್ಲಂಘನದ ಬಂಧನ ಇಲ್ಲ. ಕರ್ನಾಟಕದ ರಾಯಚೂರಿನಲ್ಲಿಯ ವಿದ್ಯುತ್‌ಸ್ಥಾವರದಿಂದ ಹೊರಟ ಗಂಧಕದ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್ ವಾಯು ಹವೆಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿ ಕರ್ನಾಟಕದಲ್ಲಿಯೇ ಆಮ್ಲಮಳೆ ಸುರಿಸಬೇಕು ಎಂಬ ಕಟ್ಟುಪಾಡೇನಿಲ್ಲ. ಈ ವಾಯು ಅರಬ್ಬೀಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಸುರಿಯುವ ಆಮ್ಲಮಳೆಗೂ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು ಅಥವಾ ಮಧ್ಯಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಆಮ್ಲಮಳೆಯನ್ನು ಸುರಿಸಬಹುದು. ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕಾ ಮತ್ತು ಕೆನಡಾ ಪ್ರತಿವರ್ಷ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 28 ಹಾಗೂ 5 ದಶಲಕ್ಷ ಟನ್ ಗಂಧಕದ ಡೈಆಕ್ಸೈಡನ್ನೂ ಮತ್ತು 24 ಹಾಗೂ 2 ದಶಲಕ್ಷ ಸಾರಜನಕದ ಆಕ್ಸೈಡ್‌ಗಳನ್ನೂ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡಿದರೆ ಈ ದೂಷಿತ ಗಾಳಿಗೆ ಮೈಯೊಡ್ಡುವ ಹೆಚ್ಚಿನ ಭೂಮಿ ಕೆನಡಾ ದೇಶದ್ದು ಎಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ.

ಆಮ್ಲಮಳೆಯ ಪರಿಣಾಮಗಳು

1. ಸರೋವರ ಹಾಗೂ ನದಿಗಳ ಮೇಲೆ

ಆಮ್ಲಮಳೆ ಹಾಗೂ "ಸರೋವರಗಳ ಸಾವು" ಇವೆರಡಕ್ಕೂ ಅಂಟಿದ ನೆಂಟಸ್ತನ ಉಂಟು. ಸರೋವರಗಳ ನೀರಿನ ಆಮ್ಲೀಭವನದ ಅಂತಿಮ ಪರಿಣಾಮ ಸರೋವರಗಳ ಸಾವು. ಅಂದರೆ ಜಲಚರ ಪ್ರಾಣಿವರ್ಗ ಅಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಲಾರದು, ನೀರು ಮಾತ್ರ ಸ್ಫಟಿಕದಂತೆ ಸ್ವಚ್ಛವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಇದು ಸಂಭವಿಸುವ ಕಾರ್ಯ ವಿಧಾನ ಬಹು ಸಂಕೀರ್ಣವಾದದ್ದು. ಎಲ್ಲ ಸರೋವರಗಳೂ ಆಮ್ಲೀಭವನಕ್ಕೊಳಗಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಸುಣ್ಣದಕಲ್ಲು ಮತ್ತು ಡೋಲೊಮೈಟ್‌ನಂತಹ ತಳ ಬಂಡೆಗಳುಳ್ಳ ಸರೋವರಗಳು, ಅವುಗಳ ತಳಬಂಡೆ ಮತ್ತು ಗಸಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕಾರ್ಬೋನೇಟುಗಳಿಂದಾಗಿ ರಕ್ಷಿಸಲ್ಪಡು ತ್ತವೆ. ಮಳೆನೀರು ಹೊತ್ತು ತಂದ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಅಯಾನು $[H^+]$ ಕಾರ್ಬೋನೇಟು ಗಳೊಂದಿಗೆ ಕೆಳಗೆ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ವರ್ತಿಸಿ ಇಂಗಾಲದ ಡೈಆಕ್ಸೈಡನ್ನು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

$$H^+ + Ca\,CO_3 \longrightarrow Ca^{+2} + H_2\,CO_3 \longrightarrow H_2O + CO_2$$

ಕೆಲವು ಸರೋವರಗಳ ತಳಬಂಡೆ ಗ್ರೆನೈಟ್ ಅಥವಾ ಬೆಸಾಲ್ಟ್ ಇದ್ದು ಅದರ ಮೇಲೆ ಆಳವಲ್ಲದ ಮಣ್ಣಿನ ಪಾತಳಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಕಾರ್ಬೋನೇಟುಗಳು

ವಿರಳ. ಆದ್ದರಿಂದ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಅಯಾನುಗಳ ಶೇಖರಣೆ ಆಗಿ ಇಂಥ ಸರೋವರಗಳು ಬಹು ಬೇಗನೇ ಆಮ್ಲೀಭವನಕ್ಕೀಡಾಗುತ್ತವೆ. ಸರೋವರಗಳ ಆಮ್ಲೀಭವನ ಅಲ್ಲಿಯ ಜಲಚರಗಳ ಜೀವನದ ಬಹು ಮುಖ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಜಲಚರಗಳ ಆಹಾರವಾಗಿರುವ ಹಸಿರು ಪಾಚಿಯು ಬೆಳೆ ಕಡಿಮೆ ಆಗಿ ದ್ಯುತಿ ವಿಶ್ಲೇಷಣ ಮಾಡಲಾರದಂತಹ ಬಿಳಿ ಪಾಚಿ ಮಾತ್ರ ಉಳಿಯುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಜಲಚರಗಳಿಗೆ ಆಹಾರದ ಅಭಾವವಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಸರೋವರದ ಪಾತಳಿಯಲ್ಲಿ ಬಿಳಿ ಪಾಚಿಯು ಚಾಪೆಯನ್ನು ಹಾಸಿದಂತೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ.

ಸರೋವರದ ನೀರಿನ pH 5·5 ಆಗುತ್ತ ಬಂದಂತೆ ಮೀನುಗಳಲ್ಲಿ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿ ನಿಂತುಹೋಗುವುದು ಸರ್ವೇಸಾಮಾನ್ಯ. ನೀರಿನ ಆಮ್ಲತೆ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ಮೀನುಗಳ ಮೂಳೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಸ್ನಾಯುಗಳು ಬಲವಾಗಿದ್ದರೂ ಮೂಳೆಗಳು ಬಲಹೀನವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಮೀನುಗಳು ಆಕಾರಗೆಟ್ಟು ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಮಾಡದಂತಾಗುವವು. ಇನ್ನೊಂದು ಬಾಧಕ ಪರಿಣಾಮ ಅಂದರೆ ಸರೋವರದ ಗಸಿಯಲ್ಲಿರುವ ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಮ್, ನೀರಿನ ಆಮ್ಲತೆ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ, ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗಿ ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಮ್ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಮೀನುಗಳ ಕಿವಿರುಗಳಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಮೀನುಗಳ ಉಸಿರಾಟಕ್ಕೆ ತಡೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇವೆಲ್ಲವುಗಳ ಒಟ್ಟು ಪರಿಣಾಮವೆಂದರೆ ಜಲಚರ ಪ್ರಾಣಿವರ್ಗಗಳ ವೈವಿಧ್ಯತೆ ಕುಂದುತ್ತದೆ, ಹಾಗೂ ಪ್ರಾಣಿ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಜೀವಿ ಪರಿಸರ ಸಮತೋಲನ ತಪ್ಪುವ ಭಯ ಉಂಟು.

ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಸರೋವರಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಅಷ್ಟೇನು ಹೆಚ್ಚಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ನದಿ ಹಾಗೂ ಕೆರೆಗಳಿಗೇನು ಕಡಿಮೆ ಇಲ್ಲ, ಮತ್ತು ಇಲ್ಲಿಯ ಜಲಚರ ಪ್ರಾಣಿ ಸಂಪತ್ತು ದೇಶದ ಆಹಾರೋತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಮಹತ್ವದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಜಲಚರ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮೇಲೆ ಆಮ್ಲ ಮಳೆ ಬೀರುವ ಪರಿಣಾಮಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಮಗೆ ದೊರೆತಿರುವ ಜ್ಞಾನ ಸಮಶೀತೋಷ್ಣ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಕೈಗೊಂಡ ಅಭ್ಯಾಸಗಳಿಂದಾಗಿ ಬಂದದ್ದು. ಅದು ಭಾರತದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗೆ ನೇರವಾಗಿ ಸಂಬಂಧ ಹೊಂದಿರಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಜೀವಿ ಪರಿಸರ ಮತ್ತು ಆರ್ಥಿಕ ವಿಷಯಗಳ ಮೇಲೆ ಬೀರಬಹುದಾದ ಪರಿಣಾಮಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಎಚ್ಚರಿಕೆಯನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ.

2. ಕಟ್ಟಡಗಳ ಮೇಲೆ

ತಾಜ್‌ಮಹಲ್ ಪ್ರಪಂಚದ ಅತ್ಯಂತ ಭವ್ಯ ಕಟ್ಟಡಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು. ಆದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಇಂದು ಗಂಡಾಂತರ ಒದಗಿದೆ. ಮಥುರಾದಲ್ಲಿ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಸ್ಥಾಪಿತವಾಗಿರುವ ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಮ್ ಸಂಸ್ಕರಣ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಹೊರಟ ಆಮ್ಲೀಯ ಹೊಗೆ ತಾಜಮಹಲನ್ನು ಅಪ್ಪಳಿಸಿ ಅದರ ಮೈ ಮೇಲೆ ಪುಟ್ಟ ಪುಟ್ಟ ಗುಳಿಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಲಿದೆ.

ಬಲ್ಲವರ ಪ್ರಕಾರ ಹುಣ್ಣಿಮೆಯ ಬೆಳದಿಂಗಳಲ್ಲಿ ತಾಜಮಹಲಿನಿಂದ ಸೂಸುತ್ತಿದ್ದ ತಿಳಿ ನೀಲಿ ಹೊಳಪು ಈಗ ಈ ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಯಿಂದಾಗಿ ಮಂದವಾಗುತ್ತಲಿದೆಯಂತೆ.

ಗ್ರೀಕ್ ದೇಶದ ಶಿಲ್ಪಿ ಫಿಡಿಯಾಸ್ ಕ್ರಿ. ಪೂ. 500 ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಆರು ಹೆಣ್ಣಿನ ಕಲ್ಲು ಗೊಂಬೆಗಳನ್ನು (Caryatids) ನಿರ್ಮಿಸಿದ್ದ. ಇವು ಅಥೆನ್ಸ ನಗರದ ಎತ್ತರ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿರುವ ಜಗತ್ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಎರೆಕ್ಥಿಯಮ್ (Erectheum) ಕಮಾನಿಗೆ ಆಧಾರ ಸ್ತಂಭವಾಗಿ ಅವ್ಯಾಹತವಾಗಿ 2500 ವರುಷ ಇತಿಹಾಸ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಅಥೆನ್ಸ ನಗರದ ಶೋಭೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿದ್ದವು. ಆದರೆ 1977ರಲ್ಲಿ ಈ ಕಲ್ಲಿನ ವಿಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಎತ್ತಿ ವಸ್ತು ಸಂಗ್ರಹಾಲಯವೊಂದರಲ್ಲಿಟ್ಟು ಅದರ ಬದಲಿಗೆ ಫೈಬರ್‌ಗ್ಲಾಸಿನ ಪ್ರತಿವಿಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಇಡಲಾಯಿತು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಆಮ್ಲಮಳೆ.

ಇದರಿಂದ ವ್ಯಾವಹಾರಿಕವಾಗಿ ಎಷ್ಟು ಹಾನಿ ಆಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು, ಪ್ರವಾಸೋದ್ಯಮ ಖಾತೆಯವರು, ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಹಾಕಿ ತಿಳಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಭಾವನಾತ್ಮಕ ಹಾಗೂ ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಆಗುವ ಹಾನಿಯ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಲು ಸಾಧ್ಯವೆ ?

3. ಮನುಷ್ಯನ ಆರೋಗ್ಯದ ಮೇಲೆ

ಪರಿಸರ ಮಾಲಿನ್ಯದಿಂದ ಮನುಷ್ಯನ ಆರೋಗ್ಯದ ಮೇಲೆ ಅನೇಕ ಪರಿಣಾಮಗಳುಂಟಾಗುವವು ಎಂಬುದು ಈಗ ತಿಳಿದ ವಿಷಯ. ಆಮ್ಲ ಮಳೆ, ಪರಿಸರಮಾಲಿನ್ಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುವ ಅನೇಕ ಕಾರಣಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಆಮ್ಲಮಳೆಯೊಂದೇ ಇಂಥ ಪರಿಣಾಮಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಎಂದು ಬೊಟ್ಟು ಇಟ್ಟು ಹೇಳುವುದು ಕಷ್ಟಸಾಧ್ಯ. ಆದರೆ ಕೆಲವು ಕಾರ್ಯಕಾರಣ ಸಂಬಂಧಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿದಾಗ ಸಾಮಾನ್ಯ ಆರೋಗ್ಯದ ಎರಡು ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲ ಮಳೆ ತನ್ನ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಬೀರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ.

ಆಮ್ಲಮಳೆಯ ಪೂರ್ವಗಾಮಿಗಳಾದ ನೈಟ್ರೋಜನ್ ಹಾಗೂ ಗಂಧಕದ ಆಕ್ಸೈಡುಗಳು ಹವೆಯ ಗುಣಮಟ್ಟವನ್ನು ಕೆಡಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ಅನಿಲಗಳು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿದ್ದಂತಹ ಹವೆಯನ್ನು ಮನುಷ್ಯ ಉಸಿರಾಡಿದರೆ ಎಂಫಿಸೀಮಾ, ಅಸ್ತಮಾ ಮುಂತಾದ ಶ್ವಾಸಕೋಶಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ರೋಗಗಳಿಗೆ ತುತ್ತಾಗುತ್ತಾನೆ ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಆರೋಗ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ತಜ್ಞರಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನಾಭಿಪ್ರಾಯವಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತಮ ನಿದರ್ಶನ ಅಂದರೆ 1952 ರಲ್ಲಿ ಲಂಡನ್ ನಗರದಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಒಂದು ಘಟನೆ. ಆಗ ಒಂದೇ ಸಮನೆ ಕೆಲದಿನಗಳ ವರೆಗೆ ಉಸಿರುಕಟ್ಟುವ ಕವಾಳ (Smog) ಲಂಡನ್ ನಗರವನ್ನು ಚಾದರದಂತೆ ಆಚ್ಛಾದಿಸಿತು. ಎರಡು ವಾರಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಮರಣ ಸಂಖ್ಯೆ 70% ಹೆಚ್ಚಾದದ್ದು ತಿಳಿಯಿತು ಮತ್ತು 4000 ಜನರ ಸಾವಿಗೆ ಕವಾಳ

(Smog) ಕಾರಣ ಎಂದೂ ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಈ ವಾಯುಗಳಿದ್ದ ಹವೆಯನ್ನು ಬಹಳ ಅವಧಿಯ ವರೆಗೆ ಒಂದೇ ಸಮನೆ ಸೇವಿಸಿದರೂ ಆರೋಗ್ಯಕ್ಕೆ ಹಾನಿಕರ. ಅಮೆರಿಕದಲ್ಲಿ 100 ರಲ್ಲಿ 13 ಸಾವಿಗೆ ಹವಾಮಾನದಲ್ಲಿರುವ ಸಲ್ಫೇಟು ಗಳೇ ಕಾರಣ ಎಂದು ಈಗ ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ.

ಎರಡನೆಯ ಕ್ಷೇತ್ರ ಕುಡಿಯುವ ನೀರಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದು. ಆಮ್ಲ ಮಳೆ ಕುಡಿಯುವ ನೀರನ್ನು ವಿಶೇಷತಃ ಬಾವಿಯ ನೀರನ್ನು ನಿರುಪಯೋಗಿಯಾಗಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಸ್ವೀಡನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಬಾವಿಗಳಿಂದ ಪೂರೈಕೆಯಾಗುವ ನೀರಿಗೆ ತಿಳಿನೀಲಿ ಬಣ್ಣವಿದ್ದು ಅದರಲ್ಲಿ ಘಾತುಕ ತಾಮ್ರ ಲವಣಗಳಿದ್ದದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಆಮ್ಲಮಳೆಯ ನೀರು, ಸರಬರಾಜು ಮಾಡುವ ಪೈಪುಗಳ ಒಳಭಾಗದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಬಾವಿಯ ನೀರನ್ನು ಬಳಸುವವರಿಗೆ ಬೆಳಿಗ್ಗೆ ನಲ್ಲಿ ಬಿಟ್ಟಾಗ ಮೊದಲಿನ ಕೆಲ ನಿಮಿಷ ಬರುವ ನೀರನ್ನು ಚೆಲ್ಲಿಬಿಡಲು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ತಾಮ್ರವೊಂದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಸತುವು, ಸೀಸ, ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ ಮುಂತಾದ ಲೋಹಗಳೂ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗಿ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಗಂಡಾಂತರವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಭಯ ಇದೆ. ಸಾರ್ವಜನಿಕ ನೀರಿನ ಪೂರೈಕೆ ಇರುವ ಪಟ್ಟಣಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಆಮ್ಲತೆಯನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳ ಬಹುದು. ಆದರೆ ಕೆರೆ, ಬಾವಿ, ನದಿ ನೀರನ್ನೇ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಜನರು ಕುಡಿಯಲು ಬಳಸುವುದರಿಂದ, ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲೀಯತೆಯಿಂದ ಸಂಭವಿಸಬಹುದಾದ ಗಂಡಾಂತರ ಗಳನ್ನು ಗಂಭೀರವಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

4. ಮಣ್ಣಿನ ಮೇಲೆ

ಮಳೆನೀರು ಬಾವಿ, ಕೆರೆ, ನದಿಗಳನ್ನು ತಲಪುವ ಮೊದಲು ಸ್ಪರ್ಶಿಸುವುದು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಅಲ್ಲವೇ ? ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳು ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳು ನೀರಿನೊಂದಿಗೆ ವರ್ತಿಸಿ ನೀರಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿ ವರ್ತಿಸುವಾಗ ಮಣ್ಣು ತಾನೂ ಸಹ ತನ್ನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆ ಅನಾದಿಕಾಲದಿಂದ ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಬಂದಿದೆ. ಇದೊಂದು ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿಧಾನ, ಮತ್ತು ಇದರಿಂದಾಗಿ ಜೀವಿಪರಿಸರಗಳ ಮಧ್ಯದ ಸಮತೋಲನ ಈವರೆಗೆ ಕಾಯ್ದುಕೊಂಡು ಬರುತ್ತಲಿತ್ತು. ಆದರೆ ಈಗ ಹಾಗಿಲ್ಲ. ಮಾನವ ಈಗ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ, ಆಮ್ಲ ಹಾಗೂ ಇತರ ಅನೇಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುತ್ತಲಿದ್ದಾನೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಮಳೆನೀರಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಘಟಕದಲ್ಲಿ ಹಠಾತ್ ಬದಲಾವಣೆ ಆಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಮಳೆ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದುವ ಮಣ್ಣಿನ ಘಟಕವೂ ಇದರಿಂದಾಗಿ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಸಸ್ಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಮೇಲೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರಬಹುದೇನೋ ಎಂದು ಈಗ ಕಾಳಜಿಯಾಗಿದೆ. ಕೆಳಗಿನ ಕೆಲವು ವ್ಯತಿರಿಕ್ತ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಸಂಭವಿಸಬಹುದೆಂದು ಊಹಿಸಲಾಗಿದೆ.

(i) ಆಮ್ಲಮಳೆ ನೀರಿನಿಂದ ಮಣ್ಣಿನ pH ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿರುವ ಪೌಷ್ಠಿಕಾಂಶ ಹಾಗೂ ಧಾತುಗಳು ತೊಳೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗಬಹುದು. ಅಥವಾ ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಉಳಿಯದೇ ಅವುಗಳಿಗೆ ದೊರಕದಂತಾಗಬಹುದು. ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಹೊಲಗಳಲ್ಲಿ ಕೈಕೊಂಡ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಈ ಅನುಮಾನವನ್ನು ಧೃಡೀಕರಿಸಿವೆ. ಕೃತ್ರಿಮ ಆಮ್ಲ ಮಳೆಯ ನೀರನ್ನು ಹೊಲಗಳ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಹರಿಬಿಟ್ಟು ಅಭ್ಯಾಸ ಕೈಕೊಂಡಾಗ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಮ್ ಮತ್ತು ಮ್ಯಾಗ್ನೀಸಿಯಮ್ ಉಳ್ಳ ಮಹತ್ವದ ಪೌಷ್ಠಿಕಾಂಶಗಳು ಮಣ್ಣಿನಿಂದ ತೊಳೆದುಕೊಂಡು ಹೋದದ್ದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಮಣ್ಣಿನ pH 6ಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ ಪೌಷ್ಠಿಕಾಂಶಗಳಾದ ನೈಟ್ರೋಜನ್, ಪೊಟ್ಯಾಶಿಯಮ್, ಗಂಧಕ ವಿಶೇಷತಃ ರಂಜಕ ಇವುಗಳು ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಸಹ ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ದೊರಕುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿವೆ.

(ii) ಮೇಲಿನ ಹೇಳಿಕೆಗೆ ವಿರುದ್ಧವೆಂಬಂತೆ ಆಮ್ಲತೆ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ಬೇಡದ ಧಾತುಗಳ ಲವಣಗಳು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗುವಂತಾಗಿ ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ನಂಜಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಬಹುದು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದುದು ಎಂದರೆ ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಮ್. ಆಮ್ಲ ಮಳೆಯಿಂದಾಗಿ ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಮ್ ನಂಜುಂಟಾಗಿ ಸಸ್ಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಮೇಲೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತ ಪರಿಣಾಮ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಜರ್ಮನಿ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಕೈಕೊಂಡ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

(iii) ಸರೋವರಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸುವಂತೆ, ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಗಳ ಸುತ್ತಲಿರುವ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಮಣ್ಣಿನ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಕ್ಷೋಭೆಯುಂಟಾಗಿ, ಸಾವಯುವ ನೈಟ್ರೋಜನ್ ಹಾಗೂ ರಂಜಕ ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಖನಿಜಲವಣಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುವ ವಿಧಾನದ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರಬಹುದು.

(iv) ಕಾರ್ಬೋನೇಟುಗಳುಳ್ಳ ಮಣ್ಣು ಹಾಗೂ ಕಲ್ಲು ಬಂಡೆಗಳ (calcareous) ಆಮ್ಲ ಮಳೆ ಬೀಳುವುದರಿಂದ ಹೊರಟ ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಕಲುಷಿತಗೊಳಿಸಬಹುದು. ಕಾರ್ಬೋನೇಟುಗಳುಳ್ಳ ಕಲ್ಲು (ಸುಣ್ಣದ ಕಲ್ಲು) ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿರುವ ಇಂಗಾಲದ ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡ ಮೂಲ. ಇದರಿಂದ ಹೊರಟ ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಪ್ರಮಾಣ ಜ್ವಲನದಿಂದ ಹೊರಡುವದಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇರುವುದರಿಂದ ವಾತಾವರಣದ ಮೇಲೆ ಅನಾಹುತ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಬೀರಬಹುದು.

ಭಾರತ

ಸಧ್ಯಃ ಭಾರತದ ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ವದ ಶಕ್ತಿನಿಧಿ ಅಂದರೆ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು. ಅಂತೆಯೇ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಹಾಗೂ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯ ಬಗೆಗೆ

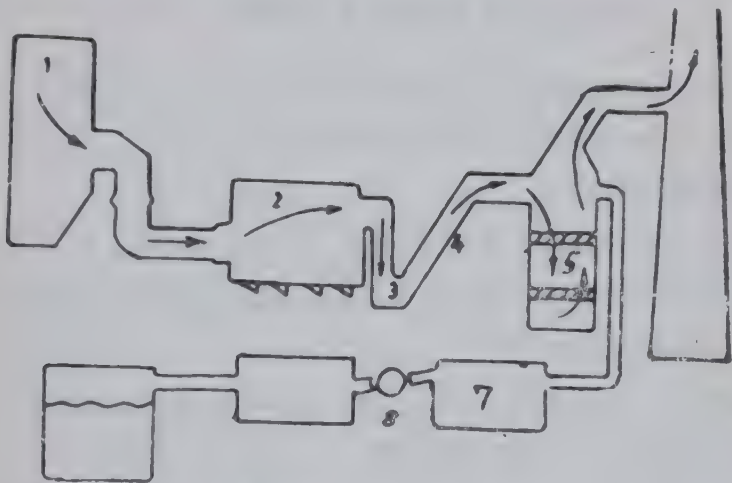
ಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವಲ್ಲಿ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನ ಪಾತ್ರ ಎದ್ದು ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಭಾರತದ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನ ನಿಧಿ ಸುಮಾರು 124 ಶತಕೋಟಿ ಟನ್ ಎಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಭಾಗ ದೇಶದ ಪೂರ್ವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವ ದಾಮೋದರ ಹಾಗೂ ಮಹಾ ನದಿ ಕೊಳ್ಳಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿದೆ. ಈ ನಿಧಿಯಿಂದ ಪ್ರತಿವರ್ಷ ಭಾರತ 90 ದಶಲಕ್ಷ ಟನ್ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿವರ್ಷ ಒಟ್ಟು ಉತ್ಪಾದಿಸಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನ ಪ್ರಮಾಣದೊಂದಿಗೆ (3.5–4.0 ಶತ ಕೋಟಿ ಟನ್) ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಭಾರತದ ಸ್ಥಾನದ ಅರಿವು ಆಗುತ್ತದೆ.

ಈಗ ಕರ್ನಾಟಕದ ರಾಯಚೂರಿನಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿತವಾಗಿರುವ ಥರ್ಮಲ್ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರದಲ್ಲಿ ದಿನಂಪ್ರತಿ 2500 ಟನ್ನಿನಷ್ಟು ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನು ಸುಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಥಾವರ ಪೂರ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯಾರಂಭ ಮಾಡಿದಾಗ 10,000 ಟನ್ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನು ಸುಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನಲ್ಲಿರುವ ಗಂಧಕದ ಅಂಶ 0.6% ಎಂದು ಗ್ರಹಿಸಿ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿದರೂ ಈ ಸ್ಥಾವರ 120 ಟನ್ನಿನಷ್ಟು ಗಂಧಕದ ಆಕ್ಸೈಡನ್ನು, ದಿನಂಪ್ರತಿ, ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಕಾರುತ್ತದೆ. ಒಂದೇ ಒಂದು ಸ್ಥಾವರ ಇಂಥ ಗಣನೀಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಗಂಧಕದ ಆಕ್ಸೈಡನ್ನು ವಾಯುಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಿದರೆ, ಇಂಥ 160 ಸ್ಥಾವರಗಳು ಪೂರ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯಾರಂಭ ಮಾಡಿದಾಗ ಭಾರತ ದೇಶದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸೇರುವ ಗಂಧಕದ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್‌ದ ಪ್ರಮಾಣ ಮತ್ತು ಅದರಿಂದ ಸುರಿಯಬಹುದಾದ ಆಮ್ಲಮಳೆ ಇವುಗಳ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿದರೆ ಸಮಸ್ಯೆಯ ಗಂಭೀರತೆಯ ಅರಿವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

ಹಾಗೆ ಬೇರೆ ದೇಶಗಳೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿ ನೋಡಿದರೆ ಭಾರತದ ಸ್ಥಿತಿ ಉತ್ತಮ ಎಂದೇ ಹೇಳಬಹುದು. ಏಕೆಂದರೆ ಭಾರತದ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನಲ್ಲಿ (ರಾಣಿಗಂಜ) ಇರುವ ಗಂಧಕದ ಅಂಶ 0.5% ರಿಂದ 0.7% ಮಾತ್ರ. ಅಮೆರಿಕ ಮತ್ತಿತರ ಕೆಲವು ದೇಶಗಳ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನಲ್ಲಿ ಗಂಧಕದ ಅಂಶ ಇದಕ್ಕಿಂತ 10–11 ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು (6 ರಿಂದ 8%) ಇರುತ್ತದೆ. ಭೌಗೋಲಿಕವಾಗಿ ಭಾರತದ ಸುತ್ತಲೂ ಸಮುದ್ರ ಮತ್ತು ಹಿಮಾಲಯ ಪರ್ವತ ಇರುವುದರಿಂದ ಮತ್ತು ಈ ಉಪಖಂಡದಲ್ಲಿ ಭಾರತವೊಂದೇ ಔದ್ಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಪ್ರಮುಖ ದೇಶವಾದುದರಿಂದ ಜೀವಿಪರಿಸರ ಸಮತೋಲನ ಕಾಯ್ದುಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಬಾಕಿ ದೇಶಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿದೆ. ಅದರ ನಿಯಂತ್ರಣ ಭಾರತದ ಕೈಯಲ್ಲಿದೆ. ಈವರೆಗೆ ಕೈಕೊಂಡ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಭಾರತದ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ತೀರ ಭಿನ್ನವಾದ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟವುಗಳಾಗಿವೆ ಮತ್ತು ಅವೂ ಸಹ ತಾತ್ಪೂರ್ತಿಕ ಹಾಗೂ ನಿರ್ಣಯಿಸಲಾರದಂತಹ ನಿರ್ಣಯಗಳನ್ನು ಫಲಿಸಿವೆ.

ಹಾಗಾದರೆ ಭಾರತಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ, ಆಮ್ಲಮಳೆ ತಂದೊಡ್ಡಬಹುದಾದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳೇನು ? ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಗೆ ಪರಿಹಾರವೇನು ? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ನಿಖರ

ವಾದ ಉತ್ತರ ಇಲ್ಲ. ಆಮ್ಲ ಮಳೆ ಇಂಥದೇ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ತಂದೊಡ್ಡ ಬಹುದು ಎಂಬುದನ್ನು ಮುಂಗಾಣುವುದೇ ಆಗಲಿ ಅಥವಾ ಇದೊಂದೇ ಅದಕ್ಕೆ ತಕ್ಕ ಪರಿಹಾರ ಎಂದಾಗಲೀ ಹೇಳುವುದು ಅಷ್ಟು ಸುಲಭವಿಲ್ಲ. [ಗಂಧಕದ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್ ದೋಷಿ ಇದ್ದಾಗ ಅದು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸೇರದಂತೆ ಹೇಗೆ ಮಾಡಬಹುದು ಎಂಬುದಕ್ಕೆ



ಚಿತ್ರ-2. ಕುಲುಮೆ(1)ರಲ್ಲಿ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನು ಸುಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಹೊರಟ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಫ್ಯಾನು (2) ತನ್ನ ಕಡೆಗೆ ಸೆಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಅನಿಲಗಳು ಫ್ಯಾನನ್ನು ತಲುಪುವ ಮೊದಲು ಪುಕ್ಷೇಪಕಾರಕ (೩)ರಲ್ಲಿ ಹಾಯ್ದು ಬರುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿ ಅನಿಲಗಳ ಜತೆ ತೂರಿಬಂದ ಬೂದಿ, ಹಾಗೂ ಕೆಸರನ್ನು ತೆಗೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಡ್ಯಾಂಪರು (4) ಫ್ಯಾನಿನಿಂದ ಪಾರಾಗಿ ಬಂದ ಅನಿಲ ಗಳನ್ನು ಗೋಪುರ(೫)ಕ್ಕೆ ಕಳಿಸುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಸುಣ್ಣ ಮತ್ತು ನೀರಿನ ಬೆರಿಕೆಯನ್ನು ತುಂತುರಾಗಿ ಸುರಿಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಗಂಧಕದ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯುಮ್ ಸಲ್ಫೇಟ ($CaSo_4$) ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತನಗೊಂಡು ಅಲ್ಲಿಯೇ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ಗಂಧಕ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್ ಮುಕ್ತ ಅನಿಲಗಳು ಹೊಗೆಗೂಡಿ (6)ಕ್ಕೆ ರವಾನಿಸುತ್ತವೆ. ಗೋಪುರ (5)ರಲ್ಲಿ ಇರುವ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯುಮ್ ಸಲ್ಫೇಟನ್ನು ಕ್ರಿಯಾಪಾತ್ರೆ(7)ಕ್ಕೆ ತೆಗೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ನಂತರ ಅದನ್ನು ಪಂಪು (8)ರ ಸಹಾಯದಿಂದ ತಿಳಿಗಡಿಸುವ ಪಾತ್ರೆಗೆ ಸಾಗಿಸಿ ಅಲ್ಲಿಂದ ಹೊರಗೆ ಬಿಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಇಂಥ ಪದ್ಧತಿಯಿಂದ ಶೇಕಡ 95ರಷ್ಟು ಗಂಧಕದ ಆಕ್ಸೈಡುಗಳ ನಿರ್ಮೂಲನ ಸಾಧ್ಯ. ಆದರೆ ಒಂದು ಕಾರ್ಖಾನೆ ಸ್ಥಾಪಿಸಲು ತಗಲುವ $\frac{1}{8}$ ವೆಚ್ಚ ಇಂಥ ಮಾರ್ಜಕಗಳ ಸ್ಥಾಪನೆಗೆ ತಗಲುತ್ತದೆ.

ಸೂಚಿಸಲಾದ ಒಂದು ಪರಿಹಾರ. ನೋಡಿ ಚಿತ್ರ 2]. ಆದರೂ ನೀರು, ಕಟ್ಟಡ, ಆರೋಗ್ಯ, ಮಣ್ಣು ಈ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳು ಭಾರತದ ಕ್ಷೇಮಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟವುಗಳೇ ಆಗಿವೆ. ಭಾರತ ಈಗ ಭರದಿಂದ ಔದ್ಯೋಗೀಕರಣದತ್ತ ಸಾಗುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ, ಜಾಗರೂಕರಾಗಿರಬೇಕು ಎಂದಿಷ್ಟೇ ಹೇಳಬಹುದು.

ಕೊಬ್ಬರಿಯ ತೇವಾಂಶ ಮಾಪಕ ಮೀಟರ್

ಕಾಸರಗೋಡಿನ ಕೇಂದ್ರ ತೋಟದ ಬೆಳೆಗಳ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆಯು ಕೊಬ್ಬರಿಯ ತೇವಾಂಶವನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಮೀಟರ್ ಒಂದನ್ನು ರೂಪಿಸಿದೆ. ಇದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಉಪಕರಣ.

ಕೊಬ್ಬರಿಯ ಸಂಗ್ರಹ ಹಾಗೂ ಕೊಬ್ಬರಿ ಎಣ್ಣೆಯನ್ನು ತೆಗೆಯುವಾಗ ಇದು ತುಂಬಾ ಉಪಯುಕ್ತ. ಶೇಕಡಾ 6ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ತೇವಾಂಶವಿದ್ದರೆ ಎಣ್ಣೆಯ ಗುಣಮಟ್ಟ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಹೊಸ ಮೀಟರನ್ನು ಕೊಬ್ಬರಿಯ (ತಿರುಳಿಗೆ) ಒಳಕ್ಕೆ ಚುಚ್ಚಿ ನೇರವಾಗಿ ತೇವಾಂಶ ಎಷ್ಟಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಮೀಟರ್ ಮೂಲಕ ನೋಡಬಹುದು. ಇದರ ಬೆಲೆ ಸುಮಾರು 350 ರೂ. ಇದನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್/ಬ್ಯಾಟರಿ ಮೂಲಕ ನಡೆಸಬಹುದು. ಕೊಬ್ಬರಿ ಸಂಸ್ಕರಣೆ ಮಾಡುವಂಥವರಿಗೆ ತುಂಬಾ ಉಪಯುಕ್ತ.

ಜೆ. ಆರ್. ರಂಗಸ್ವಾಮಯ್ಯ

(ಐ.ಸಿ.ಎ.ಆರ್. ವಾರ್ತೆಯಿಂದ)

ಡಾ. ಎಸ್. ಎನ್. ಹೆಗಡೆ*

ವಿಕೃತಿಗಳು

ವೈವಿಧ್ಯ ಜೀವಿಗಳ ಪ್ರಮುಖ ಗುಣ. ಪೃಥ್ವಿಯ ಮೇಲೆ ವಾಸಿಸುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಜೀವಿ ಅದೇ ಪ್ರಭೇದದ ಇನ್ನೊಂದು ಜೀವಿಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಕುಳಿತು ಪಾಠಕೇಳುವ ಐವತ್ತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬಿಬ್ಬರಲ್ಲಾದರೂ ಸಾಮ್ಯವಿರದು. ಮಂದೆಯೊಂದರ ನೂರಾರು ಕುರಿಗಳಲ್ಲಿ, ಸಾಲು ಸಾಲಾಗಿ ಸಾಗುತ್ತಿರುವ ಇರುವೆಗಳಲ್ಲಿ, ಹುಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಗುಂಯಿಗುಡುತ್ತಿರುವ ಸಹಸ್ರಾರು ಜೇನ್ನೊಣಗಳಲ್ಲಿ ಹೊರ ನೋಟಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಕೆ ಕಂಡು ಬಂದರೂ ಅವನ್ನು ಕೂಲಂಕಷವಾಗಿ ನೋಡಿದರೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವುದು ಗೋಚರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ವೈವಿಧ್ಯವೇ ವಿಕಾಸವಾದದ ತಿರುಳು.

ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಯಾವುದಾದರೂ ಕಾರಣಗಳಿಂದ ವೈವಿಧ್ಯವುಂಟಾಗುವುದು ; ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕ್ರೊಮೋಸೋಮು ಅಥವಾ ವರ್ಣತಂತುಗಳ ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾದಾಗ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಅಪಸರಣಿಗಳಿಂದ, ವರ್ಣತಂತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಿ ಉಂಟಾಗುವ ಬಹುಪ್ರತಿಗಳಿಂದ ಅಥವಾ ಅಪಪ್ರತಿಗಳಿಂದ ಅಥವಾ ಜೀನ್‌ಗಳ ಬದಲಾವಣೆಯಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುವ ವಿಕೃತಿಗಳಿಂದ. ಅಂದರೆ ವಿಕೃತಿಗಳು ವೈವಿಧ್ಯತೆಗೆ ಕಾರಣೀಭೂತ ಬದಲಾವಣೆಗಳು. ಈ ವಿಕೃತಿಗಳ ಪರಿಚಯ ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗಾದದ್ದು ಒಂದು ಆಕಸ್ಮಿಕ.

ವಿಕೃತಿವಾದದ ಉದಯ

1901ನೇ ಇಸ್ವಿಯ ಚಳಿಗಾಲದ ಒಂದು ಸಂಜೆ. ವಿಶ್ವವಿಖ್ಯಾತ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ಹಾಗೂ ವಿಯನ್ನಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ ಹ್ಯೂಗೊ ಡಿವ್ರೈಸ್ (Hugo De Vries) ತಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಿಂದ ಮನೆಗೆ ಮರಳುತ್ತಿದ್ದರು. ರಸ್ತೆಯ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಈ ಮಹಾಶಯನಿಗೆ ಕುತೂಹಲವೊಂದು ಕಾದಿತ್ತು. ಹಲವಾರು

---

* ಅಧ್ಯಾಪಕ, ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗ, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು. ಚಿತ್ರಗಳಿಗೆ ನೆರವು: ಡಾ. ಜಿ. ಎನ್. ಕೃಷ್ಣಮೂರ್ತಿ.

ಪುಟ್ಟ ಸಂಜೆಮಲ್ಲಿಗೆ ಗಿಡಗಳ ಮಧ್ಯೆ ದೈತ್ಯಗಿಡವೊಂದು ಗೋಚರಿಸಿತು. ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ ಡಿವ್ರೈಸ್ ಪ್ರತಿದಿನವೂ ಆ ಸಂಜೆಮಲ್ಲಿಗೆ ಗಿಡಗಳನ್ನು ನೋಡುತ್ತಿದ್ದರೂ ಅಂದು ಮಾತ್ರ ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ದೈತ್ಯ ಗಿಡವೊಂದು ಇದ್ದುದ್ದು ಆತನ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಕೆರಳಿಸಿತ್ತು. ನಾಲ್ಕು ಅಂಗುಲ ಬೆಳೆಯುವ ಕೊತ್ತಂಬರಿ ಗಿಡ ನಾಲ್ಕು ಅಡಿ ಎತ್ತರ ಬೆಳೆದರೆ ಯಾರಿಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗುವದಿಲ್ಲ! ಈ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ ನಂತರ ದೈತ್ಯ ಸಂಜೆ ಮಲ್ಲಿಗೆಯ ಉದಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನಿರಬಹುದು ಎಂದು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲು ದೈತ್ಯ ಸಂಜೆ ಮಲ್ಲಿಗೆ ಗಿಡಗಳನ್ನು ತಮ್ಮ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಕೈತೋಟದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿದರು. ಫಲಿತಾಂಶವಾಗಿ, ಈ ದೈತ್ಯಗುಣ ಅನುವಂಶೀಯವಾಗಿ ಪ್ರವಹಿಸಬಲ್ಲದು ಎಂದು ತಿಳಿಯಿತು. ಮರುವರ್ಷ ಅಂದರೆ 1902ರಲ್ಲಿ ಹ್ಯೂಗೊ ಡಿವ್ರೈಸ್ "ವಿಕೃತಿವಾದ" ಎಂಬ ಹೊಸ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ. ಇದಕ್ಕೆ ಎರಡೇ ವರ್ಷ ಮೊದಲು ತಳಿಶಾಸ್ತ್ರದ ಉದಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ "ಮೆಂಡೆಲನ ಅನುವಂಶೀಯತಾ" ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಕೊರೆನ್ಸ್, ಶರ್ಮಾರ್ಕ ಹಾಗೂ ಡಿವ್ರೈಸ್‌ರು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಪುನರ್‌ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದರು. ವಿಕೃತಿವಾದವೂ ತಳಿಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಮೆಂಡೆಲನ ಅನುವಂಶೀಯತಾ ನಿಯಮಗಳಷ್ಟೇ ಪ್ರಮುಖ ವಾದ. ತಳಿಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಅಗ ಹೊಸ ಆಯಾಮ ದೊರೆಯಿತು. ಹ್ಯೂಗೊ ಡಿವ್ರೈಸ್‌ನ ಪ್ರಕಾರ ವಿಕೃತಿಗಳೆಂದರೆ "ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಅನುವಂಶೀಯ ಬದಲಾವಣೆಗಳು".

ವಿಕೃತಿಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರ ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿ ಆದದ್ದು 1902ರಲ್ಲಿ ಆದರೂ, ಜೀವಿಗಳ ವಿಕೃತ ರೂಪ ಮಾನವನಿಗೆ ಹೊಸದಲ್ಲ. ಡಿವ್ರೈಸನಿಗಿಂತ ಮೊದಲೇ ಹಲವರು ವಿಕೃತ ರೂಪಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿರುವ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿದ್ದರು ಎಂದು ದಾಖಲೆಗಳಿವೆ. ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಆದಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಸೇತ್ ರೈಟ್ (Seth Wright) ಎಂಬ ರೈತನ ಕುರಿಮಂದೆಯಲ್ಲಿ ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ ಗಿಡ್ಡ ಕಾಲುಗಳುಳ್ಳ ಮರಿಯೊಂದು ಜನಿಸಿತು. ಈ ಕುರಿಯಿಂದ ಜನಿಸಿದ ಮರಿಗಳೆಲ್ಲವೂ ಗಿಡ್ಡ ಕಾಲುಗಳನ್ನ ಹೊಂದಿದ್ದವು. ಅನುವಂಶೀಯವಾಗಿ ಪ್ರವಹಿಸಬಲ್ಲ ಈ ಗುಣವುಳ್ಳ ಕುರಿಗಳ ತಳಿಯನ್ನು ಅಂಕನ್ (Ancon) ತಳಿ ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಲಾಯಿತು. ಈ ತಳಿಯಿಂದ ಉಪಯೋಗವೊಂದಿತ್ತು. ಉದ್ದನೆಯ ಕಾಲುಗಳುಳ್ಳ ಕುರಿಗಳು ತೋಟದ ಬೇಲಿಗಳನ್ನೂ ಕಾಲುವೆಗಳನ್ನೂ ಸುಲಭವಾಗಿ ಹಾರಿ ತೋಟವನ್ನು ಹಾಳುಗೆಡವುತ್ತಿದ್ದವು. ಅಂಕನ್ ತಳಿಯ ಕುರಿಗಳಿಗೆ ಬೇಲಿಯನ್ನು ದಾಟಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ.

ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೆರಿಕಾದ ಕಿತ್ತಳೆ ತೋಟಗಳಲ್ಲಿ ಬೀಜರಹಿತ ಹಣ್ಣುಗಳು ದೊರೆತವು. ಮುಂದೆ ಇವುಗಳ ಕೊಂಬೆಗಳನ್ನು ಕಸಿಮಾಡುವುದರ ಮೂಲಕ ಅವುಗಳ ತಳಿಯೊಂದನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲಾಯಿತು. ಗಿನಿಹಂದಿಗಳೂ ವಿಕೃತರೂಪಗಳೇ! 19ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿಯೇ ಇವೆಲ್ಲವುಗಳ ಬಗೆಗೂ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಾಹಿತ್ಯದಲ್ಲಿ ದಾಖಲೆಗಳಿವೆ. ಇವುಗಳ ಉದಯಕ್ಕೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಾರಣ ತಿಳಿಯದ್ದರಿಂದ ಇವುಗಳನ್ನು ವಿಕೃತಿಗಳೆಂದು ಗುರುತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ.

ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ಡಾರ್ವಿನ್ ತನ್ನ ಬೀಗಲ್ ಯಾನದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಹಲವು ವಿಕೃತ ರೂಪಗಳನ್ನು ನೋಡಿದನಾದರೂ ಆತ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಅಥವಾ ತಾರ್ಕಿಕವಾಗಿ ಅವುಗಳ ಉದಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದರಲ್ಲಿ ಸಫಲನಾಗಲಿಲ್ಲ. ಈ ವೈವಿಧ್ಯಗಳನ್ನು ಡಾರ್ವಿನ್ 'ಕ್ರೀಡೆಗಳು' ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಿದ. ಆತನ ಪ್ರಕಾರ ಇವು ನಿಸರ್ಗದ 'ರಾಕ್ಷಸ ಸೃಷ್ಟಿ'ಗಳು. ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಅವು ಆಗಾಗ ಉದ್ಭವಿಸಿ ಕೆಲಕಾಲ ಉಳಿದು ನಂತರ ನಶಿಸಿಹೋಗುತ್ತವೆ. ಡಾರ್ವಿನ್ನನ ಪ್ರಕಾರ ಜೀವ ವಿಕಾಸದಲ್ಲಿ ಕ್ರೀಡೆಗಳ ಪಾತ್ರ ಗೌಣ.

ವಿಕೃತಿಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರವಾಗಿ ಎಂಟು ದಶಕಗಳು ಗತಿಸಿವೆ. ಈ ಎಂಟು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ತಳಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಡೆಸಿದ ವಿವಿಧ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ವಿಕೃತಿಗಳ ಬಗೆಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ನೀಡಿದವು. ವಿಕೃತಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಇಂದು ಕೂಡಿಹಾಕಲಾದ ಸಾಹಿತ್ಯವನ್ನು ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ವಿಕೃತಿಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ಐದು ಹಂತಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು.

1. 1902 ರಿಂದ 1927 ರ ವರೆಗೆ: ಮುಸುಕಿನಜೋಳ, ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾ ಹಣ್ಣು ನೊಣ, ಇಲಿ ಮುಂತಾದ ಹಲವು ಸಸ್ಯ ಹಾಗೂ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಹಲವಾರು ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು. ಈ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಅಪಸರಣೆಗೂ ವಿಕೃತಿಗೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ವಿಕೃತಿಗಳ ದರವನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು.

2. 1927 ರಿಂದ 1939 ರ ವರೆಗೆ: ಈ ಹಂತದ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ 1927 ರಲ್ಲಿ ಕೃತ್ರಿಮವಾಗಿ ಕ್ಷ-ಕಿರಣಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಪ್ರಾಣಿ ಹಾಗೂ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು ಎಂದು ತೋರಿಸಲಾಯಿತು. ವಿಕೃತಿಗಳ ನೈಜ ಸ್ವರೂಪ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ಉದಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಇದೇ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಡ್ರೋಸೋಫಿಲಾದಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ತಂತ್ರವೊಂದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು.

3. 1939 ರಿಂದ 1953 ರ ವರೆಗೆ: ಈ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಎರಡನೆಯ ಮಹಾಯುದ್ಧವು ನಡೆಯಿತು. ಅದರಲ್ಲಿ ಸ್ಫೋಟಗೊಂಡ ಅಣುಬಾಂಬುಗಳಿಂದ ಹೊರಟ ವಿಕಿರಣಗಳು ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡಿದ್ದವು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ಗುರುತಿಸಲಾಯಿತು. ಸಾಸಿವೆ ಅನಿಲ, ಫರ್ಮಾಲ್ಡಿಹೈಡ್ ಮುಂತಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳು ವಿಕೃತಿಜನಕ ಎಂದು ತಿಳಿದುಬಂತು. ಇದು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಕೃತಿಜನನಶಾಸ್ತ್ರದ ಉದಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಯಿತು. ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಗಳಾದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳನ್ನು ವಿಕೃತಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು. ಈ ಹಂತದಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಅಪಸರಣೆಗಳಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲಾಯಿತು.

4. 1953 ರಿಂದ 1965 ರ ವರೆಗೆ; ಈ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಜೀವರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ

ಹಾಗೂ ತಳಿಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಕ್ರೋಢೀಕರಿಸಿ ಅನುವಂಶೀಯ ವಸ್ತುವಿನ ನಿಜರೂಪವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು. ಆಗ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಕೂಲಂಕಷವಾಗಿ ಅಣುಗಳ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ವಿಕೃತಿಗಳ ಉದ್ಭವಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ನೈಜ ಸ್ವರೂಪ ಇವುಗಳನ್ನು ಅರಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಈ ಅಧ್ಯಯನಗಳಿಂದ ಹ್ಯೂಗೊ ಡಿವ್ರೈಸ್ ನೀಡಿದ ವಿಕೃತಿಯ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು ಅಣುವಿಕ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ "ಡಿಎನ್‌ಎಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡುಗಳ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಹಂತವಾಗಿ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳು" ಎಂದು ಬದಲಿಸುವಂತಾಯಿತು.

5. 1865 ರಿಂದ ಇಂದಿನವರೆಗೆ (1985) : ಈ ಹಂತದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಹಿಂದಿನ ಎಲ್ಲ ಹಂತಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿವೆ. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇಂದು ವಿವಿಧ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳು ಹಾಗೂ ವಿಕಿರಣಗಳ ವಿಕೃತಿಜನನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಅಳೆಯುವುದರಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದಾರೆ. ಯಾಂತ್ರಿಕಯುಗದ ಮಾನವ ಬಳಸುತ್ತಿರುವ ಹಾಗೂ ಹೊಸದಾಗಿ ಬಳಸಲು ಆರಂಭಿಸುವ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಕೃತಿಜನನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಕೆಲವು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವ ಬಗೆ

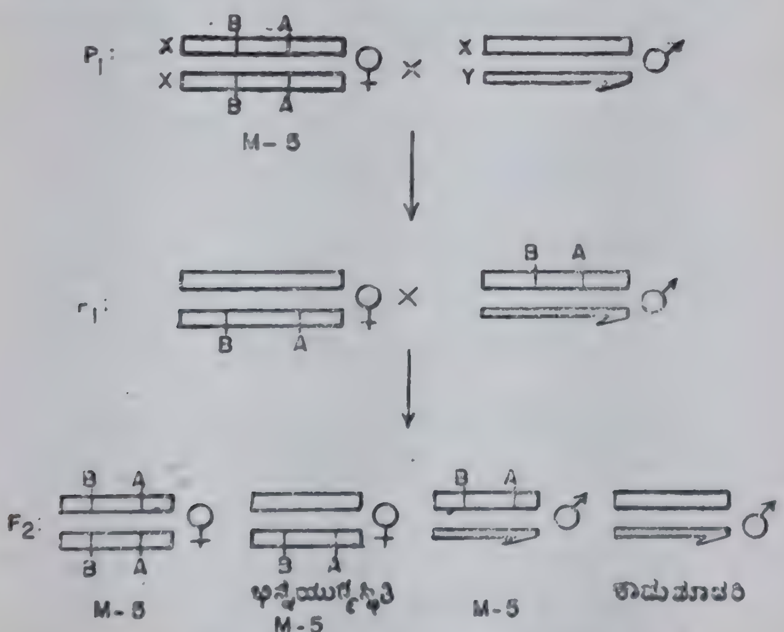
ಜೀವಿಯೊಂದು ವಿಕೃತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದರೆ ಅದು ವಿಕಾರ ರೂಪವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು ಅಥವಾ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳುಂಟಾಗಬಹುದು. ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಲಿಂಗ ವರ್ಣತಂತುಗಳ ಹಾಗೂ ಕಾಯ ವರ್ಣತಂತುಗಳ ಮೇಲಿನ ಜೀನ್‌ಗಳ ವಿಕೃತಿಗಳು ಎಂದು ವಿಭಾಗಿಸಬಹುದು. ಇವೆರಡರಲ್ಲೂ ಕೆಲವು ಮಾರಕಗುಣಗಳು ಉಂಟು. ಬಾಹ್ಯರೂಪಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವಿಕೃತಿಗಳುಂಟಾದರೆ ಅವನ್ನು ಬರಿಗಣ್ಣಿನಿಂದಲೇ (ಆ ಜೀವಿ ಸಾಕಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಿದ್ದರೆ) ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಗುಂಪುಗಳ ರಚನೆಯಿಂದ ಅವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಹೊರನೋಟಕ್ಕೆ ಗೋಚರಿಸದೆ ಕೇವಲ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಅಥವಾ ಮಾರಕ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಮಾಡುವ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಕೆಲವು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ತಂತ್ರಗಳಿಂದ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತು ಅಥವಾ ವಿಕಿರಣವೊಂದರ ವಿಕೃತಿಜನಕಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅಳೆಯಲೂ ಇವೇ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಕೆಲವೇ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಕೃತಿಗಳ ಕೂಲಂಕಷ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಬಳಸಲಾಗುವ ಈ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಶೋಧಕ ವ್ಯೂಹ (Test system) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಕೀಟಗಳಲ್ಲಿ ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾ ಹಾಗೂ ರೇಷ್ಮೆಹುಳು, ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯೂರೊಸ್ಪೊರಾ ಎಂಬ ಬೂಷ್ಟು ಹಾಗೂ

ಕರುಳಿನ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯ ಎಶ್ಚಿರಿಷಿಯ ಕೊಲಿ (Escherischia Coli), ಸಸ್ತನಿಗಳಲ್ಲಿ ಇಲಿಗಳನ್ನು ಶೋಧಕ ವ್ಯೂಹಗಳಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅಂಗಾಂಶ ಕೃಷಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿದ ಬಿಳಿರಕ್ತಕಣಗಳನ್ನೂ ಶೋಧಕವ್ಯೂಹ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

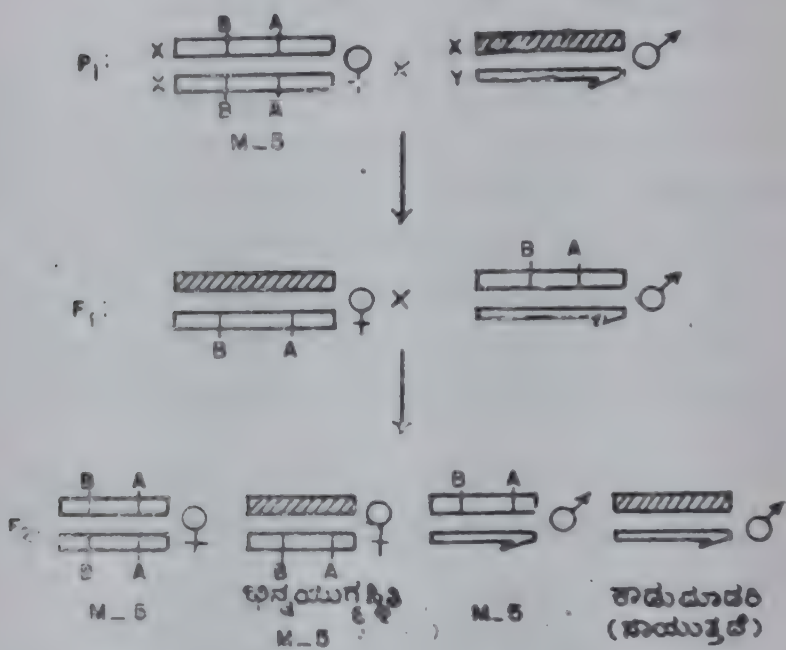
ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾಗಳಲ್ಲಿ : 3 ಮಿ.ಮಿ. ಗಾತ್ರದ ಈ ಸೊಣಗಳ ಜೀವನ ಚರಿತ್ರೆ 10–12 ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಪೂರ್ತಿಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಹೆಣ್ಣಿನಿಂದ 400–500 ಮರಿಗಳುದ್ಭವಿಸುವುದರಿಂದ ಈ ಗಣನೀಯ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಸಂತಾನಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ನೀಡುತ್ತವೆ. ಹಲವಾರು ಅನುವಂಶೀಯ ಗುಣಗಳನ್ನು ಈಗಾಗಲೇ ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿ ತತ್ಸಂಬಂಧವಾದ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನೂ ಗುರುತಿಸಿ ವರ್ಣತಂತುಗಳ ಮೇಲೆ ಅವುಗಳ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ನಿಷ್ಕರ್ಷೆಮಾಡಿರುವದರಿಂದ ಹೊಸ ವಿಕೃತಿಗಳು ಉದ್ಭವಿಸಿದರೆ ಅವನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು ಸುಲಭ. ಸ್ವಲ್ಪ ರವೆ, ಬೆಲ್ಲ ಹಾಗೂ ಆಗಾರ್ ಎಂಬ ಕಾರ್ಬೊಹೈಡ್ರೇಟನ್ನು ನೀರಿನೊಂದಿಗೆ ಬೆರೆಸಿ ಬೇಯಿಸಿ ಚಿಕ್ಕ ಹಾಲಿನ ಬಾಟಲಿಗಳಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಸುರಿದರೆ ತಣ್ಣಗಾದಾಗ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅದರ ಮೇಲೆ ಕೆಲವು ಯೀಸ್ಟ ಕೋಶಗಳನ್ನು ಹಾಕಿದರೆ ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾದ ಆಹಾರ ಮಾಧ್ಯಮ ತಯಾರಾದಂತಾಯಿತು. ಇದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಹಲವಾರು ನೊಣಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸಬಹುದು.

1927 ರಲ್ಲಿ ಎಚ್.ಜೆ. ಮುಲ್ಲರ್ ಎಂಬಾತ ಡ್ರೊಸೊಫಿಲಾಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ತಂತ್ರವೊಂದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ. ಈ ತಂತ್ರಕ್ಕೆ



ಚಿತ್ರ 1ಅ. ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾಗಳಲ್ಲಿ ಮುಲ್ಲರ್–5 ವಿಧಾನದಿಂದ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವ ಬಗೆ ನಿಯಂತ್ರಿತ ಸಂಕರ (ವಿವರಗಳಿಗೆ ಚಿತ್ರ 1ಆ. ನೋಡಿ)

ಮುಲ್ಲರನ 5 ನೇ ತಂತ್ರ ಅಥವಾ ಎಂ. 5 ತಂತ್ರ ಎಂದೇ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ (ಚಿತ್ರ 1). ಈ ತಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಬಾಸ್ಕ (Basc) ಎಂಬ ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾದ ದಾಸ್ತಾನೊಂದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ನೊಣಗಳ ಕ್ಷ-ವರ್ಣತಂತುವಿನಲ್ಲಿ, ಸಲಾಕಾಕ್ಷಿ ಮತ್ತು ತಿಳಿಗೆಂಪು ಬಣ್ಣದ ಕಣ್ಣುಗಳ ಜೀನ್‌ಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವೆರಡೂ ವಿಕೃತಿಗಳು. ಅದೇ ವರ್ಣತಂತುವಿನ ಮೇಲೆ ತಿರುಸರಣಿ (Inversion) ಒಂದಿದ್ದು, ಇದು ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು

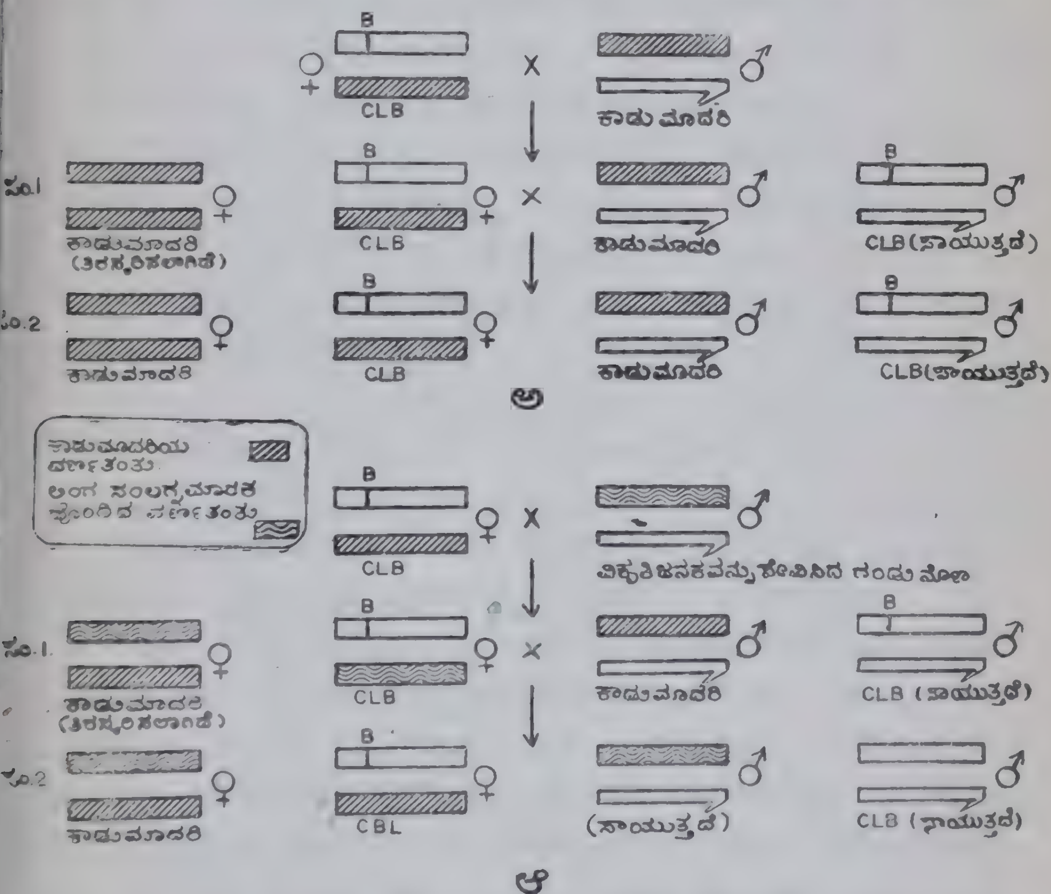


ಚಿತ್ರ 1ಅ. ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾ ನೊಣಗಳಲ್ಲಿ ಮುಲ್ಲರ್–5 ವಿಧಾನದಿಂದ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಬಗೆ, ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಂಕರ

A = ತಿಳಿಗೆಂಪು ಕಣ್ಣಿನ ಜೀನ್. B = ಸಲಾಕಾಕ್ಷಿ ಜೀನ್. M5 = ಮುಲ್ಲರ್–5.
P1 = ಪಿತೃಗಳು. F1 = ಸಂಕರ 1. F2 = ಸಂಕರ 2. X = ಎಕ್ಸ್ ವರ್ಣತಂತು.
Y = ವೈ ವರ್ಣತಂತು

ಹೊಂದಿರುವ ಸಾಂಕೇತಿಕ ಕ್ಷ-ವರ್ಣತಂತು ಹಾಗೂ ಕಾಡು ಮಾದರಿಯ ಕ್ಷ-ವರ್ಣತಂತುವಿನ ನಡುವೆ ನಡೆಯುವ ಅಡ್ಡಹಾಯಿಕೆಯನ್ನು ತಡೆಯುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಎಂ–5 ಹೆಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ಗಂಡುಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಕರಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಮೊದಲನೆಯ ಸಂತಾನದಲ್ಲಿ ಎಂ–5 ಗಂಡು ಹಾಗೂ ಭಿನ್ನಯುಗ್ಮ ಹೆಣ್ಣುಗಳೂ ಜನಿಸುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ 1 ಅ). ಮೊದಲನೆಯ ಸಂತಾನದಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದ ನೊಣಗಳನ್ನು ಅಂತರ್ ಸಂಕರಗೊಳಿಸಿದರೆ ಎರಡನೆಯ ಸಂತಾನದಲ್ಲಿ ಎಂ-5 ಹಾಗೂ ಕಾಡು ಮಾದರಿಯ ಗಂಡುಹೆಣ್ಣುಗಳು ಸಮ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುತ್ತವೆ.

ಪರೀಕ್ಷಿಸಬೇಕಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವನ್ನು ಆಹಾರ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿ ಲಾರ್ವ ಅಥವಾ ಗಂಡುನೊಣಗಳಿಗೆ ನೀಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ರಾಸಾಯನಿಕವನ್ನು ಚುಚ್ಚು ಮದ್ದಿನ ಮೂಲಕವೂ ನೀಡಬಹುದು. ವಿಕಿರಣವಾದರೆ ಕಾಡು ಮಾದರಿಯ ಗಂಡು ನೊಣಗಳಿಗೆ ಕೊಡುತ್ತಾರೆ. ಇಂಥ ಗಂಡುಗಳನ್ನು ಎಂ–5 ಹೆಣ್ಣುಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಕರ ಗೊಳಿಸಿ ಅವುಗಳಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಎರಡನೆಯ ಸಂತಾನವನ್ನು ಅವಲೋಕಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳು ಈ ರಾಸಾಯನಿಕದಿಂದ ಅಥವಾ ವಿಕಿರಣದಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸಿದರೆ ಎರಡನೆಯ ಸಂತಾನದಲ್ಲಿ ಕಾಡು ಮಾದರಿಯ ಗಂಡುಗಳು ಜನಿಸುವುದಿಲ್ಲ (ಚಿತ್ರ 1 ಆ). ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಲೈಂಗಿಕ ವರ್ಣತಂತುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಜೀನ್‌ಗಳ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಇಂಥ 100 ಗಂಡುಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ರಾಸಾಯನಿಕದ ಶೇಕಡಾವಾರು ವಿಕೃತಿಜನಕಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 2. ಸಿಎಲ್‌ಬಿ ವಿಧಾನದಿಂದ ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾ ನೊಣಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವ ಬಗೆ.

ಅ. ನಿಯಂತ್ರಿತ ಸಂಕರ ಆ. ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಂಕರ

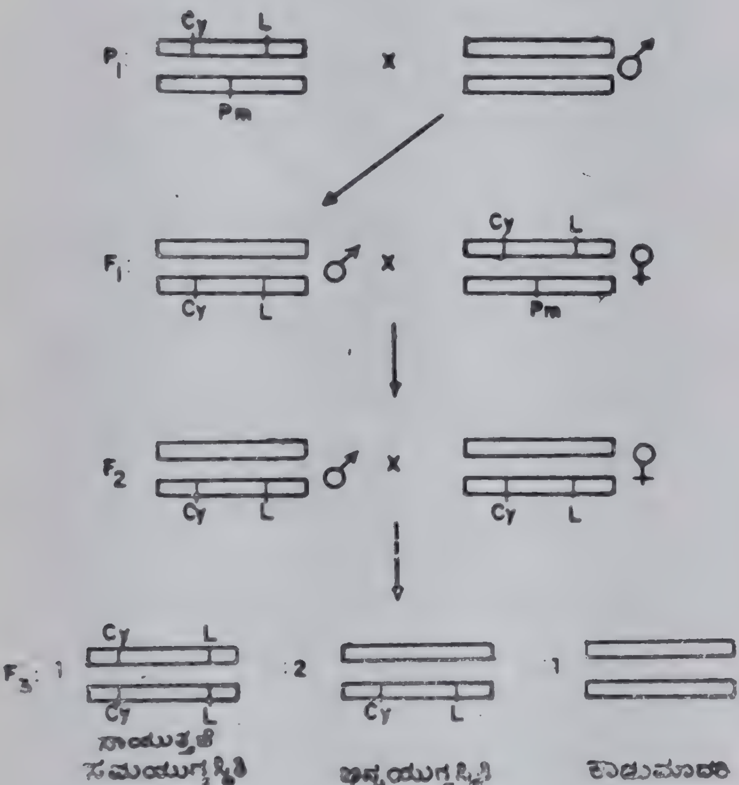
B = ಸಲಾಕಾಕ್ಷಿ ಜೀನ್ CLB = ಸಿಎಲ್‌ಬಿ ವರ್ಣತಂತು

ಲೈಂಗಿಕ ವರ್ಣತಂತುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಸಿ.ಎಲ್.ಬಿ. ಎಂಬ ತಂತ್ರವನ್ನೂ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾ ದಾಸ್ತಾನುಗಳ ಕ್ಷ–ವರ್ಣತಂತುಗಳೂ ಸಲಕಾಕ್ಷಿ ಎಂಬ ಪ್ರಬಲ ಜೀನನ್ನೂ, ಅಡ್ಡಹಾಯಿಕೆಯನ್ನು ತಡೆಯುವ ತಿರುಸರಣಿಯೊಂದನ್ನು, ಹಾಗೂ ಸಮಯುಗ್ಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಮಾರಕ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುವ ಮಾರಕ ಜೀನ್ ಒಂದನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಸಿ.ಎಲ್.ಬಿ. ವರ್ಣತಂತುವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಗಂಡು ಹಾಗೂ ಸಮಯುಗ್ಮ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಸಿ.ಎಲ್.ಬಿ. ವರ್ಣತಂತುವಿರುವ ಹೆಣ್ಣು ನೊಣಗಳೂ ಈ ಮಾರಕ ಜೀನಿನಿಂದಾಗಿ ಸಾಯುತ್ತವೆ.

ಸಿ.ಎಲ್.ಬಿ. ಭಿನ್ನಯುಗ್ಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಹೆಣ್ಣೊಂದನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ಗಂಡಿನೊಡನೆ ಸಂಕರಗೊಳಿಸಿದರೆ ಮೊದಲನೆಯ ಸಂತತಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಹಾಗೂ ಸಿ.ಎಲ್.ಬಿ. ಗಂಡುಹೆಣ್ಣುಗಳು ಸಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಸಿ.ಎಲ್.ಬಿ. ಗಂಡು ಸಾಯುತ್ತದೆ. ಒಂದನೆಯ ಸಂತಾನದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಸಿ.ಎಲ್.ಬಿ. ಹೆಣ್ಣನ್ನು ಪುನಃ ಇನ್ನೊಂದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಗಂಡಿನೊಡನೆ ಸಂಕರಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಮೊದಲನೆಯ ಸಂತತಿಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿಯೇ ಮರಿಗಳು ದೊರೆಯುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ 2 ಅ). ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು ಅಥವಾ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಸೇವಿಸಿದ ಗಂಡೊಂದನ್ನು ಸಿ.ಎಲ್.ಬಿ. ಹೆಣ್ಣೊಂದಕ್ಕೆ ಸಂಕರಗೊಳಿಸಿದರೆ ಮೊದಲನೆಯ ಸಂತಾನ ಮೊದಲನೆಯ (ನಿಯಂತ್ರಣ) ಸಂಕರದಂತೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ ಲೈಂಗಿಕ ವರ್ಣತಂತುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳುದ್ಭವಿಸಿದ್ದರೆ ಎರಡನೆಯ ಸಂತಾನದಲ್ಲಿ ಗಂಡುನೊಣಗಳೇ ಇಲ್ಲವಾಗುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ 2 ಅ).

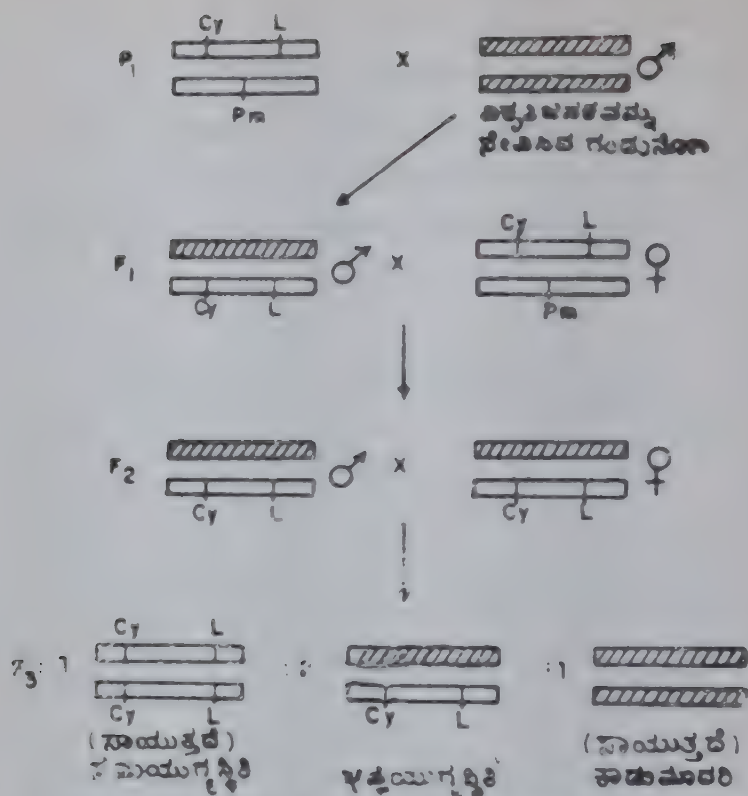
ಕಾಯವರ್ಣತಂತುಗಳ ಮೇಲಿನ ಜೀನ್‌ಗಳು ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಪಡೆದರೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಗತಿನಿಯಂತ್ರಿತ ಮಾರಕವ್ಯೂಹಗಳನ್ನು (Balanced lethal systems) ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ಗತಿನಿಯಂತ್ರಿತ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳಲ್ಲಿ ಆಯಾಜೀನ್‌ಗಳು ಸಮಯುಗ್ಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಅವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಜೀವಿಗೆ ಅವು ಮಾರಕವಾಗುತ್ತವೆ. ಇವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪ್ರಬಲ ಜೀನ್‌ಗಳು. ಬಾಗಿರುವ ರೆಕ್ಕೆ, ನಸುಗೆಂಪು ವರ್ಣದ ಹಾಗೂ ಹಾಲೆಯಾಕಾರದ ಕಣ್ಣುಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಡ್ರೊಸೊಫಿಲಾದ ವಿಧವೊಂದಿದೆ. ಇವು ಗತಿನಿಯಂತ್ರಿತ ಮಾರಕ ಜೀನ್‌ಗಳು. ಎರಡನೆಯ ಜೋಡಿವರ್ಣತಂತುಗಳ ಪೈಕಿ ಒಂದರಲ್ಲಿ ಬಾಗಿರುವ ರೆಕ್ಕೆಯ (Cy) ಗುಣವೂ ಅದರ ಇನ್ನೊಂದು ಸಾದೃಶವರ್ಣತಂತುವಿನ ಮೇಲೆ ಕಣ್ಣಿನ ನಸುಗೆಂಪು ವರ್ಣವನ್ನು (Pm) ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಗುಣವೂ ಇರುತ್ತದೆ. Cy ಹಾಗೂ Pmಗೆ ಸಾದೃಶವಾಗಿ ಅವುಗಳ ಕಾಡುಮಾದರಿಯ ಗುಣವಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ನೊಣಗಳಿಗೆ ಪರೀಕ್ಷಿಸಬೇಕಾದ ನೊಣಗಳನ್ನು ಸಂಕರಗೊಳಿಸಬೇಕು. ಮೊದಲನೆಯ ಸಂತಾನದಲ್ಲಿ Cy ಹಾಗೂ Pmಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ನೊಣಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ನಂತರ Cy ನೊಣವನ್ನು ಅದೇ ಸಂತಾನದ ಅದೇ ಗುಣವನ್ನು ಪಡೆದ ನೊಣದೊಂದಿಗೆ ಸಂಕರಗೊಳಿಸಿದರೆ Cy/+, Cy/Cy ಹಾಗೂ +/+ ನೊಣಗಳು 2 : 1 : 1 ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ Cy/Cyಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ (ಸಮಯುಗ್ಮ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ) ನೊಣಗಳು ಸಾಯುತ್ತವೆ. ರಾಸಾಯನಿಕ ಅಥವಾ ವಿಕಿರಣವು ವಿಕೃತಿಜನಕವಾಗಿದ್ದರೆ ಅದರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳುದ್ಭವಿಸುತ್ತವೆ. ವಿಕೃತಿಜನಕವನ್ನು ಸೇವಿಸುವ ಗಂಡನ್ನು Cy/Pm ಹೆಣ್ಣಿನೊಂದಿಗೆ ಸಂಕರ



ಚಿತ್ರ 3 (ಅ)

ಗೊಳಿಸಿದರೆ ಎರಡನೆಯ ಸಂತಾನದಲ್ಲಿ ಕಾಡುಮಾದರಿಯ ನೊಣಗಳು ಇರುವುದಿಲ್ಲ (ಚಿತ್ರ 3). ಮಾರಕ ಪರಿಣಾಮಗಳಿಲ್ಲದ ಪ್ರಬಲ ವಿಕೃತಿಗಳು ಒಂದನೆಯ ಸಂತಾನದಲ್ಲಿಯೇ ವಿಕೃತರೂಪ ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ದುರ್ಬಲ ವಿಕೃತಿಗಳು ಮೆಂಡೆಲನ ನಿಯಮಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಅನುವಂಶೀಯವಾಗಿ ಪ್ರವಹಿಸುವುದರಿಂದ ಎರಡನೆಯ ಸಂತಾನದಲ್ಲಿ ಉದಯಿಸುವ ಪ್ರತಿ ನಾಲ್ಕು ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಕೃತರೂಪ ಪಡೆಯುವುದರಿಂದ ಅವನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 3.(ಅ) ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾದ ಕಾಯ ವರ್ಣತಂತುಗಳ ಮೇಲಿನ ಜೀನ್ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು.

ಅ. ನಿಯಂತ್ರಿತ ಸಂಕರ ಆ. ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಂಕರ.

CY = ಬಾಗಿರುವ ರೆಕ್ಕೆಯ	P_1 = ಪಿತೃಗಳು
L = ಹಾತಿಗಣ್ಣು ಜೀನ್	F_1 = ಸಂಕರ$_1$
Pm = ನಸುಗೆಂಪು ವರ್ಣದ ಕಣ್ಣು	F_2 = ಸಂಕರ$_2$

ಪ್ರಬಲ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳು (Dominant lethal mutations) : ಜೀವಿಯ 'ಜೀನ್' ಒಂದು ವಿಕೃತಿ ಹೊಂದಿ ಪ್ರಬಲ ಅಥವಾ ದುರ್ಬಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಮಾರಕ ಪರಿಣಾಮ ಹೊಂದಿದ್ದರೆ ಅವನ್ನು ದುರ್ಬಲ ವಿಕೃತಿ ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಕೃತಜನಕ ವಸ್ತುವೊಂದರಿಂದ ವರ್ಣತಂತುಗಳು ಛಿದ್ರಗೊಳ್ಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯೂ ಇದೆ. ಹೀಗೆ ವರ್ಣತಂತುಗಳು ಛಿದ್ರಗೊಂಡು ಅದು ಜೀವಿಗೆ ಮಾರಕವಾಗಿದ್ದರೆ ಅವನ್ನು ಪ್ರಬಲ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು (ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾದಲ್ಲಿ) ಗಂಡು ನೊಣಗಳಿಗೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತು ಅಥವಾ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ನೀಡಿ ಅದನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ಹೆಣ್ಣಿನೊಡನೆ ಸಂಕರಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

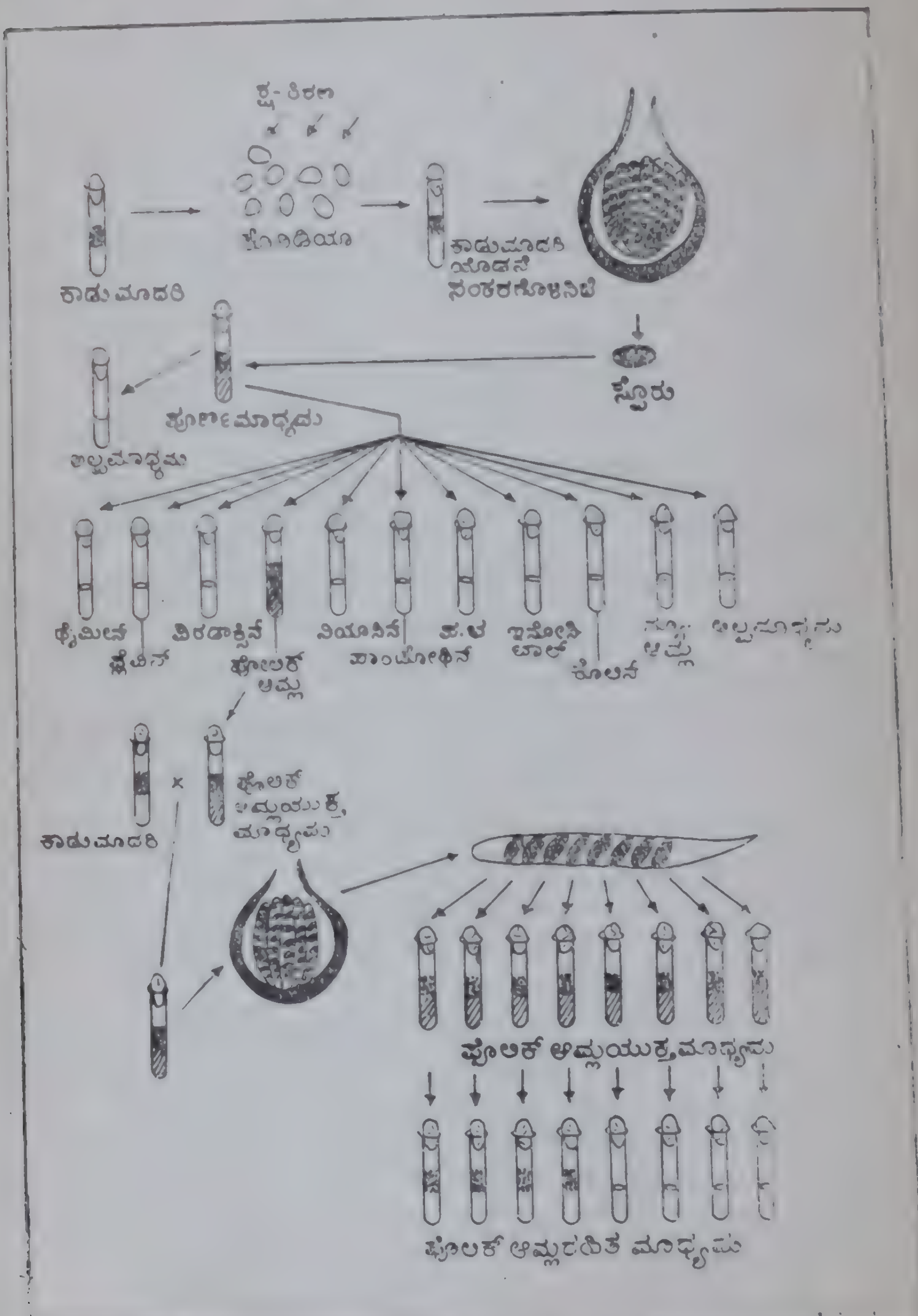
ಈ ಹೆಣ್ಣಿನಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸಿದ ಮೊಟ್ಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಬಲ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವಂಥವು ಭ್ರೂಣದ ಹಂತದಲ್ಲಿಯೇ ಸಾಯುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಮೊಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಎಣಿಸಿ ಪ್ರಬಲ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳುದ್ಭವಿಸುವ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅರಿಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಬೂಷ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ : ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಪೆನ್ಸಿಲಿನ್‌ನ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರುವ ನ್ಯೂರೊಸ್ಪೋರಾ (Neurospora) ಎಂಬ ಪ್ರಭೇದದ ಬೂಷ್ಟುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂರೊಸ್ಪೋರಾಗಳ ರಚನೆ ಸರಳವಾಗಿದ್ದು ಹಲವು ಕೋಶ ಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಕೋಶಗಳು ಒಂದರೊಡನೊಂದು ಸೇರಿಕೊಂಡು ದಾರ ದೋಪಾದಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ರಚನೆಯನ್ನು ವಿರೂಪಗೊಳಿಸಬಲ್ಲ ವಿಕೃತಿಗಳಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳುಂಟಾದರೆ ಅವು ಕೇವಲ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ಕೆಲವು ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಕುಂದಿಸಬಲ್ಲವು.

ಈ ಬೂಷ್ಟನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಬೆಳೆಸಬಹುದು. ಗಾಜಿನ ಪ್ರನಾಳವೊಂದರಲ್ಲಿ ಗ್ಲುಕೋಸ್, ಅಥವಾ ಫ್ರುಕ್ಟೋಸ್ ಶರ್ಕರ, ಕೆಲವು ನಿರವಯುವ ಲವಣಗಳು, ದುರ್ಬಲ ಆಮ್ಲಗಳು, ಅಮೋನಿಯಂ ನೈಟ್ರೈಟ್, ಅಮೋನಿಯಂ ಟಾರ್‌ಟರೇಟ್ ಹಾಗೂ ಬಯೊಟಿನ್ ಎಂಬ ವಿಟಮಿನ್ನುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಈ ಬೂಷ್ಟಿನ ಆಹಾರ ಮಾಧ್ಯಮ ತಯಾರಾದಂತಾಯಿತು. ಅದನ್ನು ಅಲ್ಪ ಮಾಧ್ಯಮ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಕಾಡು ಮಾದರಿಯ ಬೂಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಬೆಳೆಯಬಲ್ಲದು. ಏಕೆಂದರೆ ಕಾಡು ಮಾದರಿಯು ಅದರ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಎಲ್ಲ ರಸಾಯನಗಳನ್ನೂ ಅಲ್ಪ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದಲೇ ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲದು. ವಿಕೃತಿಯನ್ನು ಪಡೆದ ಬೂಷ್ಟುಗಳು ಬೆಳೆಯಲು ಈ ಅಲ್ಪ ಮಾಧ್ಯಮದೊಂದಿಗೆ ಸೂಕ್ತ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲವನ್ನೂ ಅಥವಾ ವಿಟಮಿನ್ನನ್ನೂ ಸೇರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಕೃತಿಯ ಗುಣದ ಅರಿವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಎಲ್ಲಾ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನೂ ವಿಟಮಿನ್ನುಗಳನ್ನೂ ಅಲ್ಪ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಕೂಡಿಸಬೇಕು ಇಂಥ ಆಹಾರ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು 'ಪೂರ್ಣ ಮಾಧ್ಯಮ' ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

1945ರಲ್ಲಿ ಬೀಡಲ್ ಮತ್ತು ಟೇಟಮ್ (Beadle and Tatum) ಎಂಬುವವರು ನ್ಯೂರೊಸ್ಪೋರಾಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವ ತಂತ್ರವೊಂದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಪರೀಕ್ಷಿಸಬೇಕಾದ ವಿಕೃತಿಜನಕವಸ್ತುವನ್ನು ಕಾಡು ಮಾದರಿಯ ಆಹಾರ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅನಂತರ ಅದನ್ನು ಕಾಡು ಮಾದರಿಯೊಂದಿಗೆ ಸಂಕರಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮುಂದಿನ ಸಂತತಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಬೂಷ್ಟುಗಳನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲೂ ಕೆಲವನ್ನು ಅಲ್ಪ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಬೆಳೆಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಕೃತಿಗಳುದ್ಭವಿಸಿದರೆ ಅವು ಕೇವಲ ಸಂಪೂರ್ಣ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಬೆಳೆಯಬಲ್ಲವು. ಅನಂತರ ಅದು ಯಾವ ರಸಾಯನವನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದು

ಕೊಂಡಿದೆ ಎಂದು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಅದನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದು. ಅದಕ್ಕೆ ಅಲ್ಪ ಮಾಧ್ಯಮ ವನ್ನು ಹಲವು ಪ್ರನಾಳಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪ್ರನಾಳಕ್ಕೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ವಿವಿಧ ಅಮ್ಯೆನೋ ಆಮ್ಲವನ್ನು ವಿಟಮಿನ್ನನ್ನೂ ಸೇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಕೃತರೂಪಿ

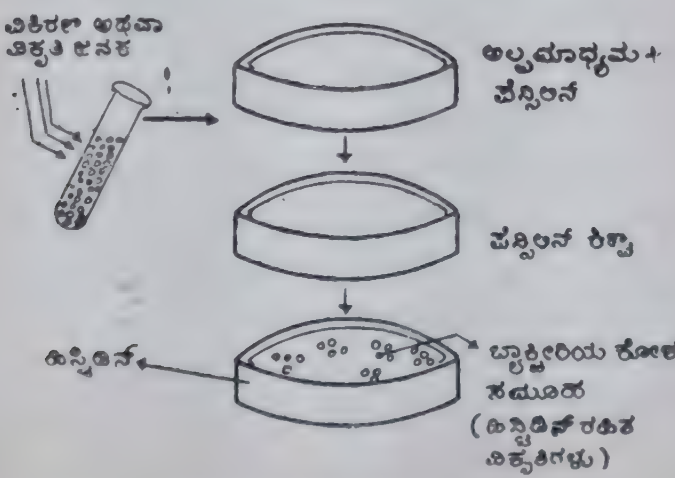


ಚಿತ್ರ 4. ನ್ಯೂರೋಸ್ಪೋರಾ ಎಂಬ ಬೂಷ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು.

ಬೂಸ್ಟು ಪ್ಯಾರಾ ಅಮಿನೋ ಬೆಂಜಾಯಿಕ್ ಅಥವಾ ಫೋಲಿಕ್ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡಿದೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಆಗ ಅದು ಪ್ಯಾರಾ ಅಮಿನೊ ಬೆಂಜಾಯಿಕ್ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದ ಅಲ್ಪ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಬೆಳೆಯುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 4). ಇದೇ ರೀತಿ ವಿವಿಧ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲ ಅಥವಾ ವಿಟಮಿನ್ನುಗಳನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡಿರುವ ವಿಕೃತ ತಳಿಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಬಹುದು.

ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳಲ್ಲಿ : ನ್ಯೂರೊಸ್ಪೋರಾಗಳಂತೆಯೇ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡಾ ವಿಕೃತಿಗಳು ಜೀವರಸಾಯನ ಸ್ವರೂಪವನ್ನೇ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂರೊಸ್ಪೋರಾಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ತಂತ್ರವನ್ನೇ ಸ್ವಲ್ಪ ಮಾರ್ಪಾಡುಮಾಡಿ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳಲ್ಲೂ ಕಾಡು ಮಾದರಿ ಕೇವಲ ಅಲ್ಪ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಬೆಳೆಯಬಲ್ಲದು. ಇದನ್ನು ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಭಕ್ಷಕ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ವಿಕೃತಿಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲ ಅಥವಾ ವಿಟಮಿನ್ನುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದ ಅಲ್ಪ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆ. ಇವನ್ನು ಪರ ಭಕ್ಷಕ ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

1952 ರಲ್ಲಿ ಜಿಂಡರ್ ಮತ್ತು ಲೆಡರ್‌ಬರ್ಗ (Zinder and Lederberg) ಎಂಬಿಬ್ಬರು ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ತಂತ್ರವೊಂದನ್ನು ರೂಪಿಸಿದರು. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯದ ಕೋಶಗಳು ಬೆಳವಣಿಗೆಯಾಗುತ್ತಿರುವಾಗ ಆಹಾರ ಮಾಧ್ಯಮದೊಂದಿಗೆ ಪೆನ್ಸಿಲಿನ್ನನ್ನು ಸೇರಿಸಿದರೆ, ವಿಭಜನೆಯಾಗುತ್ತಿರುವ ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಕೋಶಭಿತ್ತಿಯ ನಿರ್ಮಾಣ ಸ್ಥಗಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆಗ ಕೋಶವು ಒಡೆದು ಸಾಯುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಪ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಕೋಶಗಳಿಗೆ ರಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತು ಅಥವಾ ವಿಕಿರಣ



ಚಿತ್ರ 5. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು.

ವನ್ನು ನೀಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸ್ವಲ್ಪ ಸಮಯದ ನಂತರ ಈ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಪೆನಿಲಿನ್ನನ್ನು ಸೇರಿಸಿದರೆ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಕಾಡು ಮಾದರಿಯ ಕೋಶಗಳೆಲ್ಲವೂ ಸಾಯುತ್ತವೆ. ವಿಕೃತಿಯುಕ್ತ ಕೋಶಗಳು ಅಲ್ಪ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ವಿಭಜನೆ ಹೊಂದಲಾರವು. ಆದ್ದರಿಂದ ಅವು ಸಾಯುವುದಿಲ್ಲ. ಮುಂದೆ ಈ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಪೆನ್ಸಿಲಿನೇಸ್ ಎಂಬ ಕಿಣ್ವವನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಪೆನ್ಸಿಲಿನ್ನನ್ನು ಕ್ರಿಯಾಹೀನ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈಗ ಈ ಅಲ್ಪ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ, ಯಾವ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವಿಕೃತಿಯನ್ನು ಪೇರ್ಪಡಿಸಬೇಕೊ ಅಂಥ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದರೆ, ಆ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಪಡೆದ ಕೋಶಗಳು ಮಾತ್ರ ಬೆಳೆಯಲಾರಂಭಿಸುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ 5). ಮುಂದೆ ಹಲವು ಗಾಜಿನ ಬಟ್ಟಲುಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ತ ಆಹಾರ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಹಾಕಿ ಈ ಕೋಶಗಳನ್ನು ಕಾವು ಕೊಟ್ಟು ವಿಕೃತಿಯ ಸಂತತಿಯನ್ನೇ ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಸಸ್ತನಿಗಳಲ್ಲಿ: ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಸಸ್ತನಿಗಳ ಪೈಕಿ ಇಲಿಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಮೂರು ನೇರ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮೊದಲನೆಯದು ಇವಾನ್ಸನ ಪರೀಕ್ಷೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಜನಕವನ್ನು ನೀಡಿದ 19 ದಿನಗಳ ನಂತರ ಗಂಡು ಇಲಿಗಳ ವೃಷಣದ ಕೋಶಗಳನ್ನು ಗಾಜಿನ ಫಲಕಗಳ ಮೇಲೆ ಹಾಕಿ ಅವುಗಳ ವರ್ಣತಂತುಗಳಿಗೆ ಬಣ್ಣ ಹಚ್ಚಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವರ್ಣತಂತುಗಳ ಆಕಾರ ಹಾಗೂ ಗಾತ್ರ ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿ ಪ್ರಬಲ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿ ಹಾಗೂ ವರ್ಣತಂತುಗಳ ಛಿದ್ರವಾಗುವಿಕೆ ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನು ಈ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಗುರುತಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಎರಡನೆಯದು ವೀರ್ಯಾಣು ರಚನೆಯ ಅಧ್ಯಯನ. ವಿಕೃತಿ ಜನಕವನ್ನು ನೀಡಿದ 35 ದಿನಗಳ ನಂತರ ಈ ಪರೀಕ್ಷೆಯನ್ನು ನಡೆಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ವೃಷಣವನ್ನು ಅರೆದು ಗಾಜಿನ ಫಲಕಗಳ ಮೇಲೆ ಹಾಕಿ ಅವುಗಳಿಗೆ ಇಯೋಸಿನ್ ಎಂಬ ವರ್ಣವನ್ನು ಹಚ್ಚಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಇಲಿಗಳ ವೀರ್ಯಾಣುಗಳಿಗೆ ಕೊಂಡಿಯಾಕಾರದ ತಲೆ ಹಾಗೂ ಉದ್ದ ಬಾಲ ಇರುತ್ತವೆ. ವಿಕೃತಿಗಳುಂಟಾದರೆ ಅವುಗಳ ಆಕಾರ ಹಾಗೂ ಗಾತ್ರ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ವೀರ್ಯಾಣು ರಚನೆಯ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ವಿಕೃತಿಜನಕವೊಂದರ ವಿಕೃತಿಜನನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು. ಮೂರನೆಯ ವಿಧಾನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಕೋಶಕೇಂದ್ರ ಪರೀಕ್ಷೆ (Micronucleus test). ವಿಕೃತಿಜನಕವನ್ನು ನೀಡಿದ ಆರು ಘಂಟೆಯ ನಂತರ ಇಲಿಗಳನ್ನು ಬಲಿಕೊಟ್ಟು ಅವುಗಳ ಎಲುಬಿನ ರಜ್ಜನ್ನು ಹೊರತೆಗೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕೋಶಗಳು ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಕೆಂಪು ರಕ್ತಕಣಗಳು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕೋಶಕೇಂದ್ರವು ಕ್ರಮೇಣ ನಶಿಸಿ ಹೋಗಿ ಸಕ್ರಿಯ ಕೆಂಪು ರಕ್ತಕಣದಲ್ಲಿ ಕೋಶಕೇಂದ್ರಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ. ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿರುವ ವರ್ಣತಂತುಗಳು ಅಥವಾ ಛಿದ್ರವಾದ ವರ್ಣತಂತುಗಳು ಕೋಶಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಅವು ಕೋಶಕೇಂದ್ರದೊಡನೆ ನಾಶಗೊಳ್ಳದೆ ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ಕಣಗಳೋಪಾದಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಕಣಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮಕೋಶಕೇಂದ್ರ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಅವುಗಳಿಗೆ ಯುಕ್ತ ವರ್ಣವನ್ನು ಹಚ್ಚಿ ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಎಣಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ವಿಕೃತಿಜನಕಗಳ ವಿಕೃತಿಜನನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಅರಿಯಬಹುದು.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಅಂಗಾಂಶ ಕೃಷಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಮಾನವನ ಬಿಳಿ ರಕ್ತಕಣಗಳನ್ನೂ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅವು ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಆಹಾರ ಮಾಧ್ಯಮದೊಡನೆ ವಿಕೃತಿಜನಕವನ್ನು ಕೂಡಿಸಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಸಮಯದ ನಂತರ ಅವುಗಳ ವರ್ಣ ತಂತುಗಳಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಸಹೋದರಿ ವರ್ಣತಂತು ವ್ಯತ್ಯಯ (Sister Chromatid exchange) ಗಳನ್ನು ಅವಲೋಕಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಕೃತಿಜನಕದ ಬಲವನ್ನವಲಂಬಿಸಿ ಸಹೋದರಿ ವರ್ಣತಂತು ವ್ಯತ್ಯಯಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ.

ತಿರುವಿಕೃತಿಗಳು :

ಕಾಡು ಮಾದರಿಗಳು ಪ್ರಬಲವಿದ್ದರೂ ಅವು ನಿಯಮವೇನಲ್ಲ. ಕೆಲವು ಜೀನ್‌ಗಳ ಕಾಡು ಮಾದರಿಗಳು ದುರ್ಬಲವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ವಿಕೃತಿಗಳು ಪ್ರಬಲವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಕಾಡು ಮಾದರಿಯೊಂದು ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ ಅಥವಾ ಕೃತ್ರಿಮವಾಗಿ ವಿಕೃತಿ ಹೊಂದಿದರೆ ಅದನ್ನು ಮುಮ್ಮುಖ ವಿಕೃತಿ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಮುಮ್ಮುಖ ವಿಕೃತಿಗಳು ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ಆಗಾಗ ಉದಯಿಸುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾದಲ್ಲಿ ಕಣ್ಣಿನ ಬಣ್ಣ ಕೆಂಪು. ಅದು ವಿಕೃತಗೊಂಡು ಬಿಳಿ, ಕಂದು ಇತ್ಯಾದಿ ವರ್ಣಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಒಮ್ಮೆ ವಿಕೃತಗೊಂಡ ಜೀನೊಂದು ಮರಳಿ ಕಾಡು ಮಾದರಿಯಾಗಿ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯೂ ಇದೆ. ಇಂಥ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು 'ತಿರುವಿಕೃತಿ' ಅಥವಾ 'ಹಿಮ್ಮುಖ ವಿಕೃತಿ' ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಕೆಲವು ದಮನಕಗಳೂ ಕೂಡಾ ತಿರುವಿಕೃತಿಗಳಂತೆಯೇ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ದಮನಕಗಳು ಜೀನ್‌ಗಳೇ. ಆದರಿಂದ ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟ ಸಂಕರಗಳಿಂದ ದಮನಕದಿಂದುದ್ಭವಿಸಿದ ಹಾಗೂ ತಿರುವಿಕೃತಿಗಳಿಂದುದ್ಭವಿಸಿದ ಕಾಡು ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ತಿರುವಿಕೃತಿಗಳು ಮುಮ್ಮುಖ ವಿಕೃತಿಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತವೆ.

ವಿಕೃತಿಗಳ ದರ :

ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ 'ಜೀನ್' ಒಂದು ವಿಕೃತಗೊಳ್ಳಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲ ಅಥವಾ ಜೀವಿಗಳ ಸಮೂಹವೊಂದರಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ವಿಕೃತಿಗಳ ದರ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಕೃತ್ರಿಮವಾಗಿ ಉದ್ಭವಿಸಿದ ವಿಕೃತಿಗಳಿಗೆ ದರವನ್ನು ನಿಗದಿಪಡಿಸುವದಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಕೃತಕ ವಿಧಾನದಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುವ ವಿಕೃತಿಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ವಿಕೃತಿಜನಕದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸುವ ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿಕೃತಿಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ದರವನ್ನು ನಿಶ್ಚಯಿಸುತ್ತಾರೆ. ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾದಲ್ಲಿ ಲಿಂಗಾವಿಯೋಜಿತ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳ ದರ ಶೇ. 0.1 ಎಂದು

ನಿಗದಿಪಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅಂದರೆ ಉದ್ಭವವಾಗುವ ಸಾವಿರ ಲಿಂಗಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಲಿಂಗಾವಿಯೋಜಿತ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ ಎಂದರ್ಥ. ಎರಡು ಮತ್ತು ಮೂರನೆಯ ವರ್ಣ ತಂತುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಜೀನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳ ದರ ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಐದರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಅವುಗಳ ವಿಕೃತಿ ದರ 0.5%. ನಾಲ್ಕನೆಯ ವರ್ಣತಂತು ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದು ಕೆಲವೇ ಜೀನ್‌ಗಳು ಅದರಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ನಾಲ್ಕನೆಯ ವರ್ಣತಂತುವಿನಲ್ಲಿ ಅವಿಯೋಜಿತಗೊಂಡಿರುವ ಜೀನ್‌ಗಳ ವಿಕೃತಿದರ ಇವೆಲ್ಲವುಗಳಿಗಿಂತ ಹಲವು ಪಟ್ಟು ಕಡಿಮೆ. ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ವಿಧದ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನೂ ಕೂಡಿಸಿದರೆ ಅವುಗಳ ದರ ಶೇ. 5. ಅಂದರೆ 20 ಲಿಂಗಾಣುಗಳ ಪೈಕಿ ಒಂದು ವಿಕೃತಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾದಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಜೀನ್‌ಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ ಈ ಪ್ರಮಾಣಗಳು ಸರಿ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಜೀನೊಂದನ್ನು ಮಾತ್ರ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಾಗ ಈ ಪ್ರಮಾಣ ಗಣನೀಯವಾಗಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಎಚ್. ಜೆ. ಮುಲ್ಲರ್ ಪ್ರಕಾರ ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಜೀನ್ ವಿಕೃತಿಯ ದರ ಶೇ. 0.001 ಅಥವಾ 1/100,000. ಅಂದರೆ ಒಂದು ಲಕ್ಷ ಲಿಂಗಾಣುಗಳುದ್ಭವಿಸಿದರೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದರಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಜೀನ್ ವಿಕೃತಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ ಎಂದರ್ಥ. ಒಂದು ಜೀವಿಯ ವಿವಿಧ ಜೀನುಗಳ ಹಾಗೂ ವಿವಿಧ ಪ್ರಭೇದಗಳ ವಿಕೃತಿಯ ದರ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿಯೇ ಇರುತ್ತದೆ (ಪಟ್ಟಿ 1 ನೋಡಿ).

ಮಾನವನಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದಾಗಲಿ ಅಥವಾ ದರವನ್ನು ನಿಶ್ಚಯಿಸುವದಾಗಲಿ ಅಷ್ಟು ಸುಲಭವಲ್ಲ. ಕೇವಲ ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಆದರಲ್ಲಿಯೂ ಹೊರ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಪಾಡುಂಟುಮಾಡುವಂಥ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಗುರುತಿಸಬಹುದು ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ದರವನ್ನು ನಿಶ್ಚಯಿಸಬಹುದು. ಉಳಿದವುಗಳನ್ನು ಆಯಾ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ವಂಶಾವಳಿಯನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಿ ಹಾಗೂ ಸಂಖ್ಯಾಶಾಸ್ತ್ರದ ಕೆಲವು ಸೂತ್ರಗಳ ಆಧಾರದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಮಾನವನಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳ ದರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು $U = 1/n \times \frac{X}{N}$ ಎಂಬ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸೂತ್ರದಲ್ಲಿ U ಎಂದರೆ ವಿಕೃತಿಯ ದರ, X= ಜನಸಮೂಹದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆಸ್ಪತ್ರೆಗಳಲ್ಲಿ ಜನಿಸುವ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬರುವ ವಿಕೃತಿಯ ಪ್ರಮಾಣ, N= ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಗುರಿಪಡಿಸಲಾದ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ, n= ವ್ಯಕ್ತಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ವರ್ಣತಂತುಗಳ ಪ್ರತಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಆಸ್ಪತ್ರೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಾರ ಒಂದು ಸಾವಿರ ಮಕ್ಕಳು ಜನಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಮಾನವನಲ್ಲಿ ವರ್ಣತಂತುಗಳು ದ್ವಿಪ್ರತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಸಾವಿರ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮಗುವಿನಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಯುಂಟಾಗಿದೆ ಎಂದರೆ N= 1000, n= 2 ಹಾಗೂ X= 1 ಎಂದಾಯಿತು.

ಪಟ್ಟಿ 1

ವಿವಿಧ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿಕೃತಿಗಳ ದರ*

ಪ್ರಭೇದ	ಜೀನ್	100,000 ಲಿಂಗಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಗೊಂಡವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ
1. ಎಶ್ಚಿರಿಷಿಯ ಕೊಲಿ	ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೊಮೈಸಿನ್ ಸಂವೇದನೆ	0.00004
	ವೈರಸ್ಸು ಸಂವೇದನೆ	0.003
	ಆರ್‌ಜಿನೀನ್ ಅವಶ್ಯ	0.00007
	ಅರಬಿನೋಸ್ ಅವಶ್ಯ	0.2
2. ನ್ಯೂರೊಸ್ಪೊರಾ	ಅಡಿನೀನ್ ಅವಶ್ಯ	0.0008
	ಇನಾಸಿಟಾಲ್ ಅವಶ್ಯ	0.001
3. ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾ	ಹಳದಿ ಶರೀರ	12
	ಕಪ್ಪು ಶರೀರ	2
	ಕಂದು ಕಣ್ಣು	3
	ಅಕ್ಷಿರಹಿತ	6
4. ಮೆಕ್ಕೆಜೋಳ	ಮೇಣಯುಕ್ತ	0.001
	ವರ್ಣರಹಿತ	0.23
	ಶರ್ಕರಯುಕ್ತ	0.24
	ತಿಳಿಗೆಂಪುವರ್ಣ	1.10
	ಗುಲಾಬಿವರ್ಣ	49.20
5. ಇಲಿ	ಕಂದು ವರ್ಣ	0.39
	ಅಗೂಟಿ	2.97
	ಬಿಳಿ	1.02
6. ಮಾನವ	ಎಪಿಲೋಯಿಯ	0.4–0.8
	ಅನಿರಿಡಿಯ	0.5
	ಬಿಳಿವರ್ಣ	0.4

* ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ ಕೆಲವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ಈಗ ಮೇಲಿನ ಸೂತ್ರಕ್ಕೆ ಈ ಅಂಕೆಗಳನ್ನಳವಡಿಸಿದರೆ U = 1/2×1/1000 ಅಥವಾ U = 1/2000 ಎಂದಾಯಿತು. ಇದು 0.0005ಗೆ ಸಮ. ಆ ಜೀನ್ ವಿಕೃತಿ ಹೊಂದಲು 2000 ಸಂತಾನಗಳು ಕಳೆಯಬೇಕು.

ನೀಲ್ ಮತ್ತು ಫಾಲ್ಸ ಎಂಬುವವರು ಇದೇ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಬಳಸಿ ರೆಟಿನೋಬ್ಲಾಸ್ಟೋಮ ಎಂಬ ವಿಕೃತಿಯ ದರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ರೆಟಿನೋ ಬ್ಲಾಸ್ಟೋಮಾ ಪೀಡಿತ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳ ಕಣ್ಣುಗುಡ್ಡೆಯ ಮೇಲೆ ಗಡ್ಡೆಯೊಂದು ಬೆಳೆದು ಅವರ ದೃಷ್ಟಿ ಹಾಳಾಗುತ್ತದೆ. ಮಿಚಿಗನ್ ನಗರದ ಆಸ್ಪತ್ರೆಯಲ್ಲಿ 1950ರ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದ 1054948 ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ 49 ಶಿಶುಗಳಲ್ಲಿ ರೆಟಿನೋ ಬ್ಲಾಸ್ಟೋಮ ಕಂಡುಬಂದಿತ್ತು. ಈ ಮೇಲಿನ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಬಳಸಿದರೆ U = 1/2 × 49/1054948 ಅಥವಾ ರೆಟಿನೋಬ್ಲಾಸ್ಟೋಮದ ದರ 0.000023.

ಇದೇ ಸೂತ್ರವನ್ನಾಧರಿಸಿ ಎಲ್ಲಾ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲೂ ವಿಕೃತಿಗಳ ದರವನ್ನು ನಿಶ್ಚಯಿಸಬಹುದು. ಮಾನವನಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳ ದರ ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾಕ್ಕಿಂತ ಕನಿಷ್ಟ ನಾಲ್ಕರಷ್ಟಾದರೂ ಹೆಚ್ಚಿರಬೇಕು ಎಂದು ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ತಿಳಿಸಿವೆ.

ವಿಕೃತಿಗಳ ದರ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ಅದು ಆಯಾ ಜೀವಿಯ ವಿಕಾಸಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಕೂಲವಾಗುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಹಲವು ವಿಕೃತಿಗಳು ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳು. ಅಂತೆಯೇ ಅವುಗಳ ದರ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆಯಾದರೂ ವಿಕಾಸದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಅಹಿತವೇ ಸರಿ. ವಿಕೃತಿಗಳು ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ವೈವಿಧ್ಯವನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ ಉದ್ಭವಿಸುವ ವಿಕೃತಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆಯಾದರೆ ವೈವಿಧ್ಯಗಳೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ವೈವಿಧ್ಯಗಳು ನಿಸರ್ಗದ ಆಯ್ಕೆಗೆ ಕಚ್ಚಾ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ವೈವಿಧ್ಯವಿಲ್ಲದ ಪ್ರಾಣಿ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಆಯ್ಕೆಗೆ ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಕಚ್ಚಾ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳ ಕೊರತೆಯುಂಟಾಗಿ ಬದಲಾಗುವ ಪರಿಸರಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳಲಾರದ ಬಹಳಷ್ಟು ಪ್ರಭೇದಗಳು ನಶಿಸಿ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ವಾಸ್ತವ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಪ್ರಬೇಧಗಳಲ್ಲಿರುವ ವಿಕೃತಿದರ ನಿಸರ್ಗದ ಆವಶ್ಯಕತೆಗೆ ಪೂರಕವಾಗಿಯೇ ಇದೆ.

ವಿಕೃತಿಗಳ ದರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿ ತನ್ಮೂಲಕ U = uN ಎಂಬ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಪ್ರಭೇದವೊಂದರಲ್ಲಿರುವ ಜೀನ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಬಹುದು. ಈ ಸೂತ್ರದ U ಎಂದರೆ ಪ್ರಭೇದವೊಂದರ ಎಲ್ಲಾ ಜೀನ್‌ಗಳ ವಿಕೃತಿದರ u = ಆ ಪ್ರಭೇದದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಜೀನಿನ ವಿಕೃತಿದರ ಹಾಗೂ N = ಆ ಜೀವಿಯಲ್ಲಿರುವ ಜೀನ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ. ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾದಲ್ಲಿ ಶೇ 5ರಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ ಎಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ಉಲ್ಲೇಖಿಸಲಾಗಿದೆ. ಒಂದು ಜೀನ್ ವಿಕೃತಿದರ 1/100000 ಎಂದೂ ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಇದೇ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಸೂತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿದರೆ 5/100 = N × 1/100,000 ಅಥವಾ N = 5/100 : 1/100 000 = 5 × 100000/100 = 5000. ಈ ಸೂತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ ಡ್ರೊಸೋ

ಫಿಲಾಗಳಲ್ಲಿ ಜೀನ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ 5000. ಈ ಸಂಖ್ಯೆ, ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾದ ಎಂಜಲು ಗ್ರಂಥಿಯಲ್ಲಿರುವ ಕೋಶಗಳ ರಾಕ್ಷಸ ವರ್ಣತಂತುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪಟ್ಟೆಗಳಿಗೆ ಸಮವಾಗುತ್ತವೆ. ಎಂದೇ 1930ರ ದಶಕದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಒಂದು ಜೀನ್ ಈ ವರ್ಣತಂತುಗಳ ಪಟ್ಟೆಗೆ ಸಮ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿದ್ದರು. ಇದುವರೆಗೆ ಈ ಕೀಟದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 1800 ಜೀನುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಜೀವರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳು :

ವಿಕಿರಣಗಳು ವಿಕೃತಿಜನಕ ಎಂದು 1927ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ತಿಳಿಯಿತಾದರೂ ಆ ವೇಳೆಗೆ ವಿಕಿರಣಗಳು ಹೇಗೆ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ ಎಂದು ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಆಗ ಜೀನ್‌ಗಳ ಸ್ವರೂಪವೂ ಕೂಡಾ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಮುಂದೆ ವಿಕೃತಿ ಜನಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ನಡೆಯಿತು. ಎರಡನೆಯ ಮಹಾ ಯುದ್ಧದ ವೇಳೆಗೆ ಆರ್‌ಬಾಕ್ ಮತ್ತು ರಾಬ್ಸನ್ (Auerbach and Robson) ಎಂಬುವವರು ಸಾಸಿವೆ ಅನಿಲ ವಿಕೃತಿಜನಕ ಎಂದು ತೋರಿಸಿದರು. ಈ ಮಹತ್ತರ ಸಂಶೋಧನೆಯ ತರುವಾಯ ಹಲವಾರು ವಿಕೃತಿಜನಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲಾಯಿತು. ಜೀನಿನ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಅರಿವಿಲ್ಲದ್ದರಿಂದ 1953ರ ವರೆಗೆ ಈ ವಿಕೃತಿಜನಕ ಹೇಗೆ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯಲಿಲ್ಲ. 1950ರ ವೇಳೆಗೆ ಡಿಎನ್‌ಎ ಅನುವಂಶೀಯ ವಸ್ತು ಹಾಗೂ ಜೀನುಗಳು ಡಿಎನ್‌ಎಯ ರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ ಎಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು. 1953 ರಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಟ್ಸನ್, ಕ್ರಿಕ್ ಮತ್ತು ವಿಲ್ಕಿನ್ಸ (Watson, Crick & Wilkins)ರು ಡಿಎನ್‌ಎಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಹಾಗೂ ಭೌತಿಕ ರಚನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಮಾದರಿಯೊಂದನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದರು. ಇದು ತಳಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸದ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಘಟ್ಟ. ವಿಕೃತಿಗಳ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೂ ಇದು ಸೂಕ್ತ ತಳಹದಿ ನೀಡಿತು. ಇದೇ ವೇಳೆಗೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಗಳಾದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯ ಹಾಗೂ ವೈರಸ್ಸುಗಳನ್ನು ತಳಿಶಾಸ್ತ್ರದಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗೆ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು.

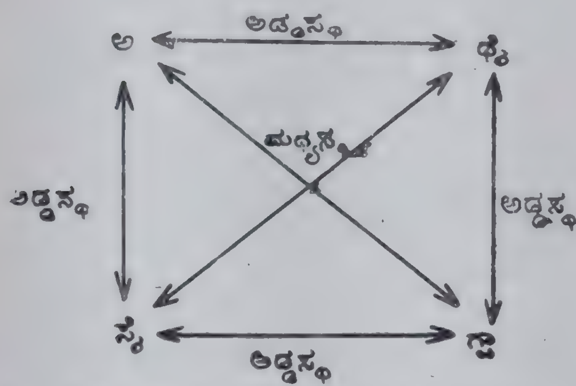
ಡಿಎನ್‌ಎ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳ ಪೈಕಿ ಒಂದು. ಇವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡು ಗಳೆಂಬ ಸಣ್ಣ ಕಣಗಳ ಬಹ್ವಲೀಕರಣದಿಂದ ಹುಟ್ಟಿದ ದೊಡ್ಡ ಕಣಗಳು. ಪ್ರತಿ ಯೊಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡು ಕೂಡಾ ಒಂದು ರಂಜಕಾಮ್ಲ, ಒಂದು ಶರ್ಕರ ಹಾಗೂ ಒಂದು ಸಾರಜನಕ ಕ್ಷಾರದ ಕಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಸಂಯುಕ್ತಕಣ. ಡಿಎನ್‌ಎ ಯಲ್ಲಿ ಡಿಆಕ್ಸಿರೈಬೋಸ್ ಎಂಬ ಶರ್ಕರವೂ, ಅಡಿನೀನು, ಗ್ವಾನೀನು, ಥೈಮೀನು ಹಾಗೂ ಸೈಟೊಸೀನುಗಳೆಂಬ ನಾಲ್ಕು ವಿಧದ ಸಾರಜನಕ ಕ್ಷಾರಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡುಗಳು ಒಂದರೊಡನೊಂದು ರಂಜಕಾಮ್ಲ ಶರ್ಕರಗಳ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸಿ ಕೊಂಡು ಉದ್ದ ಸರಪಣಿಯಂತಿರುವ ಬಹು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡುಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ಡಿಎನ್‌ಎ ಕಣವೊಂದರಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಹು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡು ಸರಣಿಯಿದ್ದು ಅವು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಪೂರಕವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಡಿಎನ್‌ಎ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ತಿರುಗಣಿ ಏಣಿ ಯಂತಿದ್ದು ಅದರಲ್ಲಿಯ ಮೆಟ್ಟಲುಗಳ ಪೈಕಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದೂ ಎರಡು ಬಹುನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡುಗಳ ಸಾರಜನಕ ಕ್ಷಾರಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತವೆ. ಪೂರಕ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡುಗಳ ಕ್ಷಾರಗಳು ಒಂದರೊಡನೊಂದು ದುರ್ಬಲ ಜಲಜನಕ ಬಂಧಗಳಿಂದ ಬಂಧಿಸಿರುತ್ತವೆ. ಡಿಎನ್‌ಎಯ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಾಗುವಾಗ ಈ ಜಲಜನಕ ಬಂಧ ಮುರಿದು ಎರಡು ಬಹುನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡುಗಳು ಬೇರ್ಪಟ್ಟು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸರಣಿಯೂ ಒಂದೊಂದು ಅಚ್ಚಿನಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ ಈ ಅಚ್ಚಿನ ಕ್ಷಾರಗಳೊಡನೆ ಕೋಶದಲ್ಲಿರುವ ಸ್ವತಂತ್ರ ಪೂರಕ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡುಗಳು ಜಲಜನಕ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸಿಕೊಂಡು ಎರಡು ಹೊಸ ಡಿಎನ್‌ಎ ಕಣಗಳು ನಿರ್ಮಾಣವಾಗುತ್ತವೆ.

ವ್ಯಾಟ್ಸನ್, ಕ್ರಿಕ್ ಮತ್ತು ವಿಲ್ಕಿನ್ಸರೇ ವಿಕೃತಿಗಳು ಡಿಎನ್‌ಎ ವಿಭಜನೆಯಾಗುವಾಗ ಜಲಜನಕ ಬಂಧಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ಮೊಟ್ಟಮೊದಲು ತಿಳಿಸಿದರು ಡಿಎನ್‌ಎಯ ಸಾರಜನಕ ಕ್ಷಾರಗಳಲ್ಲಿ ಅಡಿನೀನು ಥೈಮೀನಿಗೂ, ಗ್ವಾನೀನು ಸೈಟೋಸೀನಿಗೂ ಪೂರಕವಾಗಿದ್ದು ಅಡಿನೀನು ಥೈಮೀನುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಎರಡು ಜಲಜನಕ ಬಂಧವೂ, ಗ್ವಾನೀನು ಸೈಟೊಸೀನುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಮೂರು ಜಲಜನಕ ಬಂಧವೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಈ ಬಂಧಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾದರೆ ವಿಭಜನೆಯಾಗುವಾಗ ತಪ್ಪು ಕ್ಷಾರಗಳ ಸಂಯೋಗವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಡಿಎನ್‌ಎಯಲ್ಲಿ ತಪ್ಪು ಸರಣಿಯ ಕ್ಷಾರಗಳು ಕೂಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಒಮ್ಮೆ ಡಿಎನ್‌ಎಯ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ತಪ್ಪು ನುಸುಳಿಕೊಂಡರೆ ಅದು ಅವ್ಯಾಹತವಾಗಿ ಒಂದು ಸಂತತಿಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಡಿಎನ್‌ಎ ತನ್ನ ಪ್ರತಿಯನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ ಹಾಗೂ ಯಥಾವತ್ತಾಗಿ ನಿರ್ಮಿಸುತ್ತದೆ. ತಪ್ಪು ಸರಣಿ ಹೊಂದಿದ ಡಿಎನ್‌ಎ ತಪ್ಪು ಅನುವಂಶೀಯ ಸಂಕೇತ ನೀಡುತ್ತದೆ. ಪರಿಣಾಮ ತಪ್ಪು ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲದ ಸರಣಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ ತಪ್ಪು ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ. ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳೇ ಅಡಿಗಲ್ಲು. ಜೀವಿಯ ರೂಪ ಅದರಲ್ಲಿನ ಪ್ರೋಟೀನನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ತಪ್ಪು ಪ್ರೋಟೀನನ್ನು ಪಡೆದ ಜೀವಿ ವಿರೂಪಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಒಂದು ತಪ್ಪಿನಿಂದಾಗಿ ಮುಂದೆ ಹಲವಾರು ತಪ್ಪುಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಪರಿಣಾಮವೇ ವಿಕೃತಿ.

ಅಣುವಿಕ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಎರಡು ಮುಖ್ಯ ಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು. ಮೊದಲನೆಯದು ಕ್ಷಾರಗಳ ಬದಲಾವಣೆ, ಎರಡನೆಯದು ಚೌಕಟ್ಟು ಸ್ಥಳಾಂತರ ವಿಕೃತಿಗಳು. ಕ್ಷಾರ ಬದಲಾವಣೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸರಣಿಯ ಕ್ಷಾರಗಳ ಪೈಕಿ ಒಂದು ಅಥವಾ ಎರಡು ಬದಲಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಎರಡು ಉಪವಿಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು. ಪ್ಯೂರೀನೊಂದು ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ಯೂರೀನಿನಿಂದ ಬದಲಾವಣೆ

ಗೊಂಡರೆ ಅಥವಾ ಪಿರಿಮಿಡೀನೊಂದು ಇನ್ನೊಂದ ಪಿರಿಮಿಡೀನ್‌ನಿಂದ ಬದಲಾದರೆ (ಅಡಿನೀನ್ ಹಾಗೂ ಗ್ವಾನೀನುಗಳು ಇಂಗಾಲದ ಎರಡು ಉಂಗುರಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಇವನ್ನು ಪ್ಯೂರೀನ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಥೈಮೀನು ಹಾಗೂ ಸೈಟೊಸೀನುಗಳು ಒಂದು ಉಂಗುರವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು ಅವನ್ನು ಪಿರಿಮಿಡೀನ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ) ಅವನ್ನು ಮಧ್ಯಸ್ಥ ಎಂದೂ ಪ್ಯೂರೀನ ಒಂದರ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಪಿರಿಮಿಡೀನ್ ಆಕ್ರಮಿಸಿದರೆ ಅದನ್ನು ಅಡ್ಡಸ್ಥ ಎಂದು ಹೆಸರಿಸುತ್ತಾರೆ (Transitions and transversions

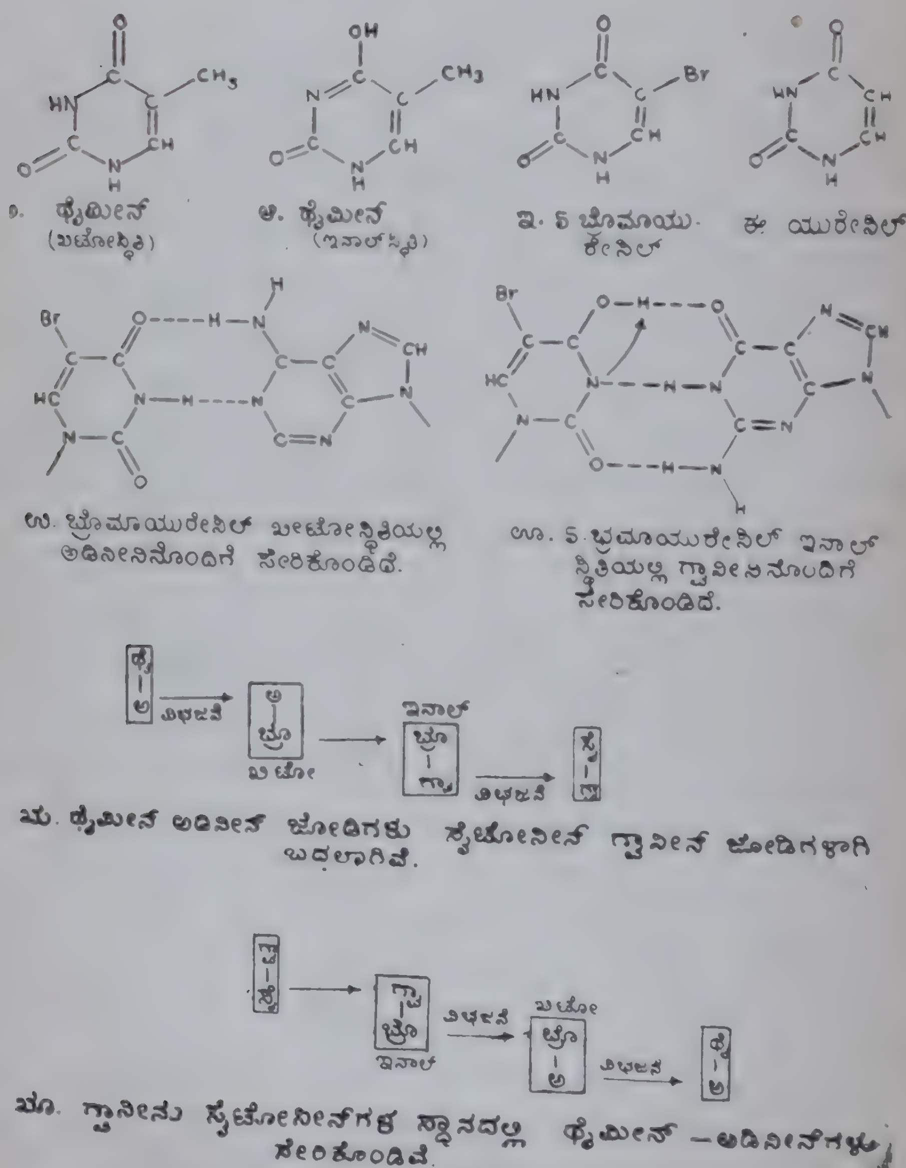


ಚಿತ್ರ 6. ಕ್ಷಾರ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಅಡಿನೀನಿಂದ ಗ್ವಾನೀನು, ಗ್ವಾನೀನಿನಿಂದ ಅಡಿನೀನು ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಂಡರೆ ಅವು ಮಧ್ಯಸ್ಥ ಬದಲಾವಣೆಗಳು. ಉಳಿದವು ಅಡ್ಡಸ್ಥ ಬದಲಾವಣೆಗಳು.

ಚಿತ್ರ 6). ಕ್ಷಾರಗಳ ಬದಲಾವಣೆಯಿಂದ ಪ್ರೋಟೀನೊಂದರಲ್ಲಿರುವ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಒಂದೇ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲ ಮಾತ್ರ ಬದಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಚೌಕಟ್ಟು ಸ್ಥಳಾಂತರ ವಿಕೃತಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಥವಾ ಕೆಲವು ಕ್ಷಾರಗಳು ಲೋಪ ಅಥವಾ ಲಬ್ಧವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಡಿಎನ್‌ಎಯ ಮೂರು ಕ್ಷಾರಗಳ ಒಂದೊಂದು ಸರಣಿ ಒಂದೊಂದು ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಕ್ಕೆ ಸಂಕೇತವಾಗುವುದರಿಂದ ಒಂದು ಅಥವಾ ಎರಡು ಕ್ಷಾರಗಳು ಲೋಪ ಅಥವಾ ಲಬ್ಧವಾದಾಗ ಸಂಪೂರ್ಣ ಸರಣಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಿ ಅನುವಂಶೀಯ ಸಂಕೇತಗಳ ಪೂರ್ತಿ ಚೌಕಟ್ಟು ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಸಂಕೇತಗಳ ಚೌಕಟ್ಟಿನಿಂದ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಾಗುವ ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳ ಸರಣಿಯಲ್ಲೂ ಪೂರ್ಣ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗಿದ್ದು ಹೊಸ ಪ್ರೋಟೀನೊಂದು ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಅದು ಈ ಜೀವಿಗೆ ಹೊಸ ರೂಪ ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಈ ಬದಲಾವಣೆಗಳ ಉದ್ಭವಕ್ಕೆ ಕಾರಣಗಳನ್ನು ಅರಿಯಲು ಕೆಲವು ಕ್ಷಾರಾನು ರೂಪಿಗಳನ್ನು (Base analogs) ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಯಿತು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು 5–ಬ್ರೋಮೋಯುರೇಸಿಲ್. ಕರುಳಿನ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯ ಎಶ್ಚರಿಷಿಯ ಕೊಲಿ

(Escherichia coli)ಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಕೃಷಿ ಮಾಡಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಆಹಾರ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಈ ಕ್ಷಾರಾನುರೂಪಿಯನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಅದು ಕೋಶವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಡಿಎನ್‌ಎಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ರಚನೆಯಲ್ಲಿ 5-ಬ್ರೊಮೋಯುರೇಸಿಲ್ ಯುರೇಸಿಲ್‌ನಂತಿದ್ದರೂ ಅದರ ಐದನೆಯ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುವಿನೊಂದಿಗೆ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಬದಲು ಬ್ರೊಮೀನ್ ಪರಮಾಣುವೊಂದು ಕೂಡಿ ಕೊಂಡಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ಥೈಮೀನಿನಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 7 ಅ).



ಚಿತ್ರ 7. 5–ಬ್ರೊಮೋಯುರೆಸಿಲ್‌ನಿಂದ ವಿಕೃತಿಗಳ ಉದ್ಭವ

ಥೈಮೀನಿನ ಅನುರೂಪಿ 5–ಬ್ರೊಯುು ಎ. ಕೊಲಿ ಡಿಎನ್‌ಎಯಲ್ಲಿ ಥೈಮೀನು ಇರಬೇಕಾದ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ ಅಡಿನೀನಿಗೆ ಪೂರಕವಾಗಿ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸಿಕೊಂಡು ಆ ಸ್ಥಳವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸುತ್ತದೆ. 5–ಬ್ರೊಯುುಯುಕ್ತ ಡಿಎನ್‌ಎ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ. ಇವು ಸಾಮಾನ್ಯ ಡಿಎನ್‌ಎಯಂತೆಯೇ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ.

5–ಬ್ರೊಯುು ಎರಡು ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಅದರ 'ಕೀಟೋ' ಸ್ಥಿತಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. 5–ಬ್ರೊಯುುನ ಕೀಟೋ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅದರ ಎರಡನೆಯ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣು ಕೀಟೋ (C=O) ರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇನಾಲ್' ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ಸ್ಥಿತಿ ಅಪರೂಪಕ್ಕೆ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಇನಾಲ್ ಸ್ಥಿತಿ ಅಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದು ಕೀಟೋ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ 5–ಬ್ರೊಯುು ಇನಾಲ್ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡರೆ ಕೆಲವೇ ಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಪುನಃ ಅದು ಕೀಟೋ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಮರಳುತ್ತದೆ. ಕೀಟೋ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ 5–ಬ್ರೊಯುುನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸ್ವತಂತ್ರ ಜಲಜನಕ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಶಕ್ತಿಯೂ ಇನಾಲ್ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಮೂರು ಸ್ವತಂತ್ರ ಜಲಜನಕ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಕೀಟೋ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ 5–ಬ್ರೊಯುು ಅಡಿನೀನಿನ ಜೊತೆಗೂ, ಇನಾಲ್ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಗ್ವಾನೀನಿನ ಜೊತೆಗೂ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಕೀಟೋ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಇನಾಲ್ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುವುದು ಸುಲಭ. ವಿಕಿರಣ ಅಥವಾ ವಿಕೃತಿಜನಕ ರಸಾಯನವೊಂದರ ಅಸ್ತಿತ್ವದಿಂದ ಅಥವಾ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಏರುಪೇರಾದಾಗ ಬ್ರೊಯುುದ ಎರಡನೇ ಇಂಗಾಲದ ಜೊತೆಯಿರುವ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನೊಡನೆ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವೊಂದು ಸೇರಿಕೊಂಡರೆ ಸಾಕು ಅಥವಾ ಈ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಜೊತೆಯಿರುವ ಎರಡು ರಾಸಾಯನಿಕ ಬಂಧಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮುರಿದು ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಅದರೊಂದಿಗೆ ಕೂಡಿಕೊಂಡರಾಯಿತು. ರಸಾಯನವೊಂದು ಹೀಗೆ ಕಣಗಳ ದ್ವಿರೂಪ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸುವಿಕೆಯನ್ನು "ಟಾಟೋಮೆರಿಸಂ" ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಡಿಎನ್‌ಎ ವಿಭಜನೆಯಾಗುವಾಗ ಅದರ ಎರಡು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡು ಎಳೆಗಳು ಬೇರ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಮುಂದೆ ನಿರ್ಮಿಸಬೇಕಾದ ಡಿಎನ್‌ಎ ಗೆ ಈ ಎಳೆಗಳು ಅಚ್ಚಿನಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಅಚ್ಚಿನಲ್ಲಿರುವ ಕ್ಷಾರಗಳ ಪೂರಕಕ್ಷಾರಗಳು ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿದ್ದು ಅವು ಅಚ್ಚಿನ ಎಳೆಯೊಂದಿಗೆ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸಿಕೊಂಡಾಗ ಮರಿ ಡಿಎನ್‌ಎ ನಿರ್ಮಾಣವಾಗುತ್ತವೆ. 5–ಬ್ರೊಯುು ಇನಾಲ್ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಕೋಶದಲ್ಲಿದೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಂಡರೆ ಡಿಎನ್‌ಎ ವಿಭಜನೆಯಾಗುವಾಗ ತನ್ನ ಪೂರಕಕ್ಷಾರ ಎಂದರೆ ಗ್ವಾನೀನಿನ ಜೊತೆ ಕೂಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 7 ಋ, ೠ ನೋಡಿ). ಅದು ಅಸ್ಥಿರವಾದುದರಿಂದ ಕೆಲವೇ ಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಕೀಟೋ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಮರಳುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಡಿಎನ್‌ಎ ಮುಂದಿನ ವಿಭಜನೆಯಾಗುವಾಗ ಗ್ವಾನೀನಿನೊಡನೆ ಬಂಧಿಸಿದ 5–ಬ್ರೊಯುು ಅಡಿನೀನಿನೊಡನೆ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ವಿಭಜನೆಯ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಎರಡು

ಡಿಎನ್‌ಎಗಳ ಪೈಕಿ ಒಂದರಲ್ಲಿ ಗ್ವಾನೀನು ಸೈಟೋಸೀನು ಬಂಧವೂ ಇನ್ನೊಂದರಲ್ಲಿ ಇದೇ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಅಡಿನೀನು 5–ಬ್ರೋಮೊಯುರಾಸಿಲು ಬಂಧವೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಅಡಿನೀನು 5–ಬ್ರೋಮೊಯುರಾಸಿಲು ಬಂಧವಿರುವ ಡಿಎನ್‌ಎ ಮುಂದಿನ ಸಂತಾನಗಳಲ್ಲಿ ವಿಧೇಯವಾಗಿ ಪ್ರಜನನವಾಗುವುದರಿಂದ ಈ ಬದಲಾವಣೆ ಅವ್ಯಾಹತವಾಗಿ ಒಂದು ಸಂತತಿಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಸಂತತಿಗೆ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಕ್ಷಾರ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗಲು ಕನಿಷ್ಟ ಎರಡು ಸಂತತಿಗಳಾದರೂ (=ವಿಭಜನೆ) ಅವಶ್ಯವೆಂದಾಯಿತು.

ಡಿಎನ್‌ಎಯಲ್ಲಿ 5–ಬ್ರೋಮೊಯುರಾಸಿಲು, ಕೀಟೋ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ವಿಭಜನೆಯಾಗುತ್ತಿರುವಾಗ ಕೀಟೋ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಇನಾಲ್ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದಿದರೆ ಅಡಿನೀನು ಜೊತೆ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಬದಲು ಗ್ವಾನೀನು ಜೊತೆ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಗ್ವಾನೀನ ಜೊತೆ ಬಂಧವೇರ್ಪಟ್ಟ ನಂತರ 5–ಬ್ರೋಮೊಯುರಾಸಿಲು ಕೀಟೋ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಮರಳುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅಡಿನೀನಿನ ಸ್ಥಾನಸೇರಿದ ಗ್ವಾನೀನು ಮುಂದೆ ಸೈಟೋಸೀನಿನ ಜೊತೆ ಕೂಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಅಡಿನೀನಿನ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಗ್ವಾನೀನು ನುಸುಳುತ್ತದೆ. ಮುಂದೆ ಗ್ವಾನೀನು ವಿಧೇಯವಾಗಿ ಪ್ರಜನನ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿಯೂ ಕ್ಷಾರ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗಲು ಕನಿಷ್ಟ ಎರಡು ವಿಭಜನೆಗಳಾದರೂ ಬೇಕು. ಎ. ಕೋಲಿಯ ಒಂದು ವಿಭಜನೆ ಒಂದು ಸಂತತಿಗೆ ಸಮ. ಅದರಿಂದ ಜೀವರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ವಿಕೃತಿಗಳ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು "ಹಂತ ಹಂತವಾಗಿ ಡಿಎನ್‌ಎಯ ಕ್ಷಾರಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಬದಲಾವಣೆ" ಎಂದು ಪುನರ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಬಹುದು.

5–ಬ್ರೋಮೊಯುರಾಸಿಲುನಂತೆ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವ ಒಟ್ಟು 19 ಕ್ಷಾರಾನುರೂಪಿ ರಸಾಯನಗಳನ್ನು ಇದುವರೆಗೆ ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ 2–ಅಮಿನೋ ಪ್ಯೂರೀನ್ ಗ್ವಾನೀನಿನಂತಿದ್ದರೂ ಅಡಿನೀನಿನ ಕ್ಷಾರಾನುರೂಪಿ. 6-ಅಮಿನೋ ಪ್ಯೂರೀನ್ ಗ್ವಾನೀನಿನ ಕ್ಷಾರಾನುರೂಪಿ. ಅಮಿನೋ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಇವು ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದು ಇಮಿನೋ (NH) ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತವೆ ಹಾಗೂ ಅಮಿನೋ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಇಮಿನೋ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬದಲಾದರೆ ಜಲಜನಕ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ. 2-ಅಮಿನೊಪ್ಯೂರೀನು ಅಮಿನೋಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಥೈಮೀನಿನೊಡನೆ ಎರಡು ಜಲಜನಕ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಇಮಿನೊ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬದಲಾದಾಗ ಸೈಟೊಸೀನಿನ ಜೊತೆ ಕೂಡುತ್ತದೆ. ಅದೇ ರೀತಿ 6-ಅಮಿನೋಪ್ಯೂರೀನು ಅಮಿನೊ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಸೈಟೊಸೀನಿನೊಂದಿಗೂ, ಇಮಿನೋ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಥೈಮೀನಿನೊಡನೆಯೂ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸುತ್ತವೆ. ಮುಂದೆ 5–ಬ್ರೋಮೊಯುರಾಸಿಲು ನಂತೆಯೇ ವರ್ತಿಸಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಕ್ಷಾರಗಳನ್ನು ಹೋಲುವ ಕ್ಷಾರಾನುರೂಪಿಗಳು ವಿಕೃತಿಗಳ ಜನನಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ. ಕ್ಷಾರಾನುರೂಪಿಗಳಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಎಲ್ಲಾ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು 'ತಪ್ಪು ಪ್ರತಿ ಮಾಡುವಿಕೆ' ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ.

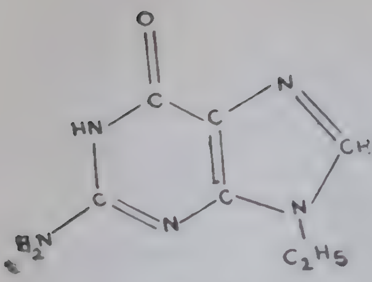
ನೈಸರ್ಗಿಕ ಕ್ಷಾರಗಳೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾದ ಅಡಿನೀನು, ಗ್ವಾನೀನು, ಥೈಮೀನು ಸೈಟೊಸೀನ್‌ಗಳಲ್ಲೂ ಕ್ಷಾರಾನುರೂಪಿಗಳಂತೆ ದ್ವಿರೂಪತೆಯನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಡಿಎನ್‌ಎ ಯಲ್ಲಿರುವಾಗಲೇ ಇವು ತಾತ್ಕಾಲಿಕ ಅಸ್ಥಿರ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಅಡಿನೀನ್ ಅಮಿನೋ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದು ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಇಮಿನೋ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರಬಹುದು. ಅಂತೆಯೇ ಥೈಮೀನು ಕೀಟೋ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಇನಾಲ್ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಅವು ಬದಲಾದಾಗ ಕ್ಷಾರನುರೂಪಿಗಳಂತೆಯೆ ಜಲಜನಕ ಬಂಧ ವೇರ್ಪಡಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲೂ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಮುಂದೆ ಇವು 5–ಬ್ರೊಯುರಸಂತೆಯೇ ವರ್ತಿಸುವದರ ಮೂಲಕ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿಲ್ ಅಮಿನ್ ಎಂಬುದು ಇನ್ನೊಂದು ವಿಕೃತಿಜನಕ. ಇದರ ಕ್ರಿಯೆ 5–ಬ್ರೊಯುರಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ರಾಸಾಯನವು ಸೈಟೊಸೀನಿನ ಜೊತೆಗೂಡಿ ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿಲ್ ಅಮೀನ್ ಸೈಟೊಸೀನ್ ಸಂಕೀರ್ಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂಕೀರ್ಣ ಗ್ವಾನೀನಿನ ಬದಲು ಅಡಿನೀನಿನೊಡನೆ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಮುಂದಿನ ವಿಭಜನೆಯಲ್ಲಿ ಗ್ವಾನೀನಿನ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಅಡಿನೀನು ಆಕ್ರಮಿಸುತ್ತದೆ. ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿಲ್ ಅಮೀನಿನಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುವ ವಿಕೃತಿಗಳು 5–ಬ್ರೊಯುರಗಿಂತ ಸ್ಥಿರ. ಏಕೆಂದರೆ 5–ಬ್ರೊಯುರ ತಿರು ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನೂ ಜನಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಬಲ್ಲದು. ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿಲ್ ಅಮೀನಿನಿಂದ ತಿರು ವಿಕೃತಿಗಳಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಕ್ಷಾರನುರೂಪಿಗಳು ಹಾಗೂ ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿಲ್ ಅಮೀನ್‌ಗಳು ಡಿಎನ್‌ಎಯಲ್ಲಿ ನೇರ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ನೈಟ್ರಸ್ ಆಮ್ಲ ಹಾಗೂ ಸಾಸಿವೆ ಅನಿಲಗಳು ಕ್ಷಾರಗಳ ರಚನೆಯನ್ನೇ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತವೆ. ಇವು ಕ್ಷಾರಗಳಲ್ಲಿನ ಅಮಿನೋ ಪುಂಜವನ್ನು ತೆಗೆದುಹಾಕುತ್ತವೆ. ಅಮೈನೊ ಪುಂಜವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡ ಅಡಿನೀನ್, ಹೈಪೊಕ್ಸಾಂಥೀನ್ ಆಗಿ, ಸೈಟೊಸೀನ್ ಯುರೇಸಿಲ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಹೈಪೊಕ್ಸಾಂಥೀನ್ ಗ್ವಾನೀನಿನ ಬದಲು ಸೈಟೊಸೀನಿನೊಂದಿಗೂ, ಯುರೇಸಿಲ್ ಅಡಿನೀನಿನೊಂದಿಗೂ, ಕ್ಸಾಂಥೀನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾದ ಗ್ವಾನೀನು ಥೈಮೀನಿನೊಂದಿಗೂ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅಡಿನೀನಿರುವಲ್ಲಿ ಗ್ವಾನೀನು, ಗ್ವಾನೀನಿನ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಅಡಿನೀನು, ಸೈಟೊಸೀನಿನ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಯುರೇಸಿಲ್ ಆಕ್ರಮಿಸುತ್ತವೆ.

ಆಲ್ಕಿಲಾತ್ಮಕ ವಸ್ತುಗಳು ಕ್ಷಾರಾನುರೂಪಿಗಳಿಗಿಂತ ಬಲಶಾಲಿ ವಿಕೃತಿಜನಕಗಳು. ಇಥೈಲ್ ಮಿಥೈಲ್ ಸಲ್ಫೊನೇಟ್, ಮಿಥೈಲ್ ಮಿಥೈಲ್ ಸಲ್ಫೊನೇಟ್ ಮುಂತಾದವು ಆಲ್ಕಿಲಾತ್ಮಕಗಳಿಗೆ ಉತ್ತಮ ಉದಾಹರಣೆಗಳು. ಇವು ಮೂರು ವಿಧದಲ್ಲಿ ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಥವಾ ಕ್ಷಾರಗಳೊಡನೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ.

1. ಗ್ವಾನೀನು ಅಥವಾ ಅಡಿನೀನುಗಳ ಏಳನೆಯ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ



ಚಿತ್ರ 8.
ಇಥೈಲ್ ಯುಕ್ತ ಗ್ವಾನೀನು

ಇಥೈಲ್ ಅಥವಾ ಮಿಥೈಲ್ ಗುಂಪನ್ನು ಸೇರಿಸುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ 8). ಆಗ ಅಡಿನೀನು ಗ್ವಾನೀನಿನಂತೆಯೂ, ಗ್ವಾನೀನು ಅಡಿನೀನಿನಂತೆಯೂ ವರ್ತಿಸಲಾರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಕ್ಷಾರಗಳ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

2. ಆಲ್ಕಿಲವನ್ನು ಪಡೆದ ಗ್ವಾನೀನು ಅಥವಾ ಅಡಿನೀನನ್ನು ಡಿಎನ್‌ಎ ವಿಭಜನೆಯಾಗುವಾಗ ಹೊರ ಹಾಕುತ್ತದೆ. ಆದರಿಂದ ಪ್ಯೂರೀನ್ ರಹಿತ ಡಿಎನ್‌ಎ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತದೆ.

3. ಇವು ಡಿಎನ್‌ಎಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡು ಎಳೆಯೊಂದರಲ್ಲಿರುವ ಒಂದರ ಪಕ್ಕ ಇನ್ನೊಂದು ಕ್ಷಾರಗಳನ್ನು ಬಂಧಿಸಿ ಅಡ್ಡ ಸಂಲಗ್ನತೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಎರಡು ಮತ್ತು ಮೂರನೆಯ ವಿಧದಲ್ಲಿ ಕ್ಷಾರಗಳು ಲೋಪವಾಗುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಆಲ್ಕಿಲಾತ್ಮಕಗಳಿಂದ ಕ್ಷಾರಗಳ ಬದಲಾವಣೆ ಅಥವಾ ಚೌಕಟ್ಟು ಸ್ಥಳಾಂತರ ವಿಕೃತಿಗಳು ಜನಿಸುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಆಮ್ಲೀಯ ದ್ರಾವಣಗಳಲ್ಲಿ ಡಿಎನ್‌ಎಯನ್ನು ಮುಳುಗಿಸಿದರೂ ಪ್ಯೂರೀನ್‌ರಹಿತ ಡಿಎನ್‌ಎ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತದೆ.

ಅಕ್ರಿಡೀನ್ ವರ್ಣಗಳೂ ಆಲ್ಕಿಲಾತ್ಮಕಗಳಂತೆ ಪ್ರಬಲ ವಿಕೃತಿಜನಕಗಳು. ಪ್ರೊಫ್ಲೇವಿನ್, ಅಕ್ರಿಫ್ಲೇವಿನ್ ಮುಂತಾದವು ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದವು. ಇವುಗಳ ಕ್ರಿಯೆ ಕ್ಷಾರಾನುರೂಪಿ ಹಾಗೂ ಆಲ್ಕಿಲಾತ್ಮಕಗಳಿಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ವರ್ಣಗಳ ಕಣಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲವೆ ಒಂದೇ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ಪ್ಯೂರೀನ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡು ವರ್ಣಗಳ ಸಂಕೀರ್ಣವು ವಿಭಜನೆಗೆ ತೊಡಕುಂಟುಮಾಡುವುದರಿಂದ ವಿಭಜನೆಯಾಗುವಾಗ ಡಿಎನ್‌ಎ ಇವನ್ನು ಹೊರದೂಡುತ್ತದೆ. ಆಗ ಡಿಎನ್‌ಎಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡುಗಳ ಲೋಪವಾಗುತ್ತದೆ. ಒಮ್ಮೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡು ವರ್ಣ ಸಂಕೀರ್ಣವು ಕೋಶದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಅದು ಡಿಎನ್‌ಎಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳಲೂಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಸೇರಿಕೊಂಡು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡನ್ನು ಡಿಎನ್‌ಎಗೆ ಸೇರಿಸಿ ವರ್ಣದ ಕಣವು ಹೊರಬರುತ್ತದೆ. ಆಗ ಡಿಎನ್‌ಎಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡುಗಳು ಲಬ್ಧವಾಗುತ್ತವೆ. ಅಕ್ರಿಡೀನ್ ವರ್ಣಗಳೂ ಕ್ಷಾರ ಬದಲಾವಣೆ ಅಥವಾ ಚೌಕಟ್ಟು ಸ್ಥಳಾಂತರ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಕ್ಷಾರಗಳ ಬದಲಾವಣೆಯೇ ಅಲ್ಲದೆ ಶರ್ಕರ ರಂಜಕಾಮ್ಲಗಳಲ್ಲೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಾಗಿ ಡಿಎನ್‌ಎಯ ರೂಪ ಬದಲಾಗಬಹುದು. ಇವು ಆನುವಂಶಿಕ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡಲಾರವು.

ಪಟ್ಟಿ 2

ವಿಕೃತಿಜನಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳು*

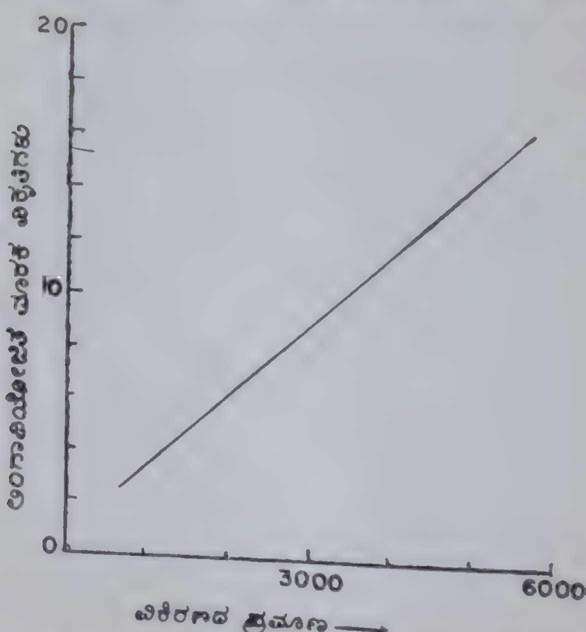
ಗುಂಪು	ವಿಕೃತಿಜನಕದ ಹೆಸರು	ಪರಿಣಾಮ
ಸಾಮಾನ್ಯವಿಕೃತಿಜನಕಗಳು	ಕ್ಷಾರಾನುರೂಪಿಗಳು	ಕ್ಷಾರ ಬದಲಾವಣೆ
	ಆಲ್ಕಿಲಾತ್ಮಕಗಳು	ಕ್ಷಾರ ಬದಲಾವಣೆ, ಚೌಕಟ್ಟು ಸ್ಥಳಾಂತರ
	ಕ್ಯಾಫೀನ್	ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ } ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳು ?
	ಟ್ಯಾನೀನ್	ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ
	ನಿಕೊಟೀನ್	ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ
	ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೊಮೈಸಿನ್	ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ
	ಮೈಟೊಮೈಸಿನ್	ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ
	ಪರ್ಮಾಲ್ಡಿಹೈಡ್	ಕ್ಷಾರ ಬದಲಾವಣೆ, ಚೌಕಟ್ಟು ಸ್ಥಳಾಂತರ
ಡಿ.ಎನ್.ಎ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ತಡೆಯುವಂಥವು	ಅಮಿನೋಪ್ಟೆರಿನ್	} ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ತಡೆ ಪ್ಯೂರೀನ್ ಪಿರಿಮಿಡೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ತಡೆ
	ಅಮಿಥೊಪ್ಟೆರಿನ್	
	ಅಜಸಿರೀನ್	
	5 ಪ್ಲೂರೊಡಿಆಕ್ಸಿಯುರಿಡೀನ್	
	ಆಕ್ಟಿನೋಮೈಸಿನ್	
	ಕೆಲವು ಆಲ್ಕಿಲಾತ್ಮಕಗಳು	
ಮಾದಕ ವಸ್ತುಗಳು	ಡೈಥ್ರುನಾಲ್	ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ } ಮಾರಕವಿಕೃತಿಗಳು ?
	ಲೈಸರ್ಜಿಕ್ಆಮ್ಲ (LSD)	ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ
	ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್	ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ
ಕ್ರಿಮಿನಾಶಕಗಳು	ಡಿಡಿಟಿ	ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳು
	ಪ್ಯಾರಥೈಯಾನ್	ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳು
	ಸೆರಸಾನ್	ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳು
	ಡೈಥೇನ್	ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳು
ಆಹಾರ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿನ ವರ್ಣಗಳು ಹಾಗೂ ಇತರ ವಸ್ತುಗಳು	ವರ್ಣಗಳು	} ಕ್ಷಾರ ಬದಲಾವಣೆ ಚೌಕಟ್ಟು ಸ್ಥಳಾಂತರ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳು
	ಸ್ಯಾಕ್‌ರೀನ್	
	ಸೈಕ್ಲಮೇಟ್	
	ಬೆಂಜೊಪೈರೀನ್	
	ಬೆಂಜಾಂಥ್ರುಸೀನ್	

*ಕೆಲವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ವಿಕೃತಿಜನಕ ರಸಾಯನಗಳು : ಇದುವರೆಗಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಹಲವಾರು ರಸಾಯನಗಳನ್ನು ವಿಕೃತಿಜನಕಗಳ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿವೆ (ಪಟ್ಟಿ 2). ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ನಾವು ನೇರವಾಗಿ ಅರಿವಿಲ್ಲದೇ ಸೇವಿಸುತ್ತಿರುತ್ತೇವೆ. ಅಂದರೆ ವಿಕೃತಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕೂಡಾ ಗಣನೀಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿರಬೇಕು. ಈ ವಸ್ತುಗಳು ಅನ್ನಾಂಗವನ್ನೂ ಸೇರಿ ಉಳಿದ ಜೀರ್ಣಾಂಗಗಳನ್ನೂ ಇತರ ಅಂಗಗಳನ್ನೂ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಲಿಂಗ ಕೋಶಗಳನ್ನು ತಲುಪಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಸಾಗುವಾಗ ಇವು ಹಲವಾರು ಕಿಣ್ವ ಸಂಕೀರ್ಣಗಳನ್ನೂ ದಾಟಿ ಹೋಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಅವು ಶಿಥಿಲಗೊಳ್ಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆ. ಎಂದೇ ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿಕೃತಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಇಂದೂ ಸ್ಥಿರ ವಾಗಿಯೇ ಇದೆ. ವಿಕೃತಿಜನಕವೊಂದು ವಿವಿಧ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಅದರ ಶಕ್ತಿ ಜೀವಿಗಳ ಪ್ರಕೃತಿಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿ ಸಿರುತ್ತದೆ. ರಸಾಯನವೊಂದು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯದಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಜನಕವಿದ್ದರೂ ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಮಾನವನಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಜನಕವಾಗಬೇಕಿಲ್ಲ. ಅದೇ ರೀತಿ ಮಾನವನಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವ ರಸಾಯನ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯದಲ್ಲಿ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರದಿರ ಬಹುದು.

ವಿಕಿರಣಗಳಿಂದ ವಿಕೃತಿಗಳು :

1927 ರಲ್ಲಿ ಎಚ್. ಜೆ. ಮುಲ್ಲರ್, ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾದಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಸ್ಟ್ಯಾಡ್ಲರ್



ಚಿತ್ರ 9. ಕ್ಷ-ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಲಿಂಗಾವಿಯೋಜಿತ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳ ಉದ್ಭವ. ಇಲ್ಲಿ ಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನವಲಂಬಿಸಿ ವಿಕೃತಿಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ.

(H. J. Muller ; Stadler) ಮೆಕ್ಕೆ ಜೋಳಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣದಿಂದ ವಿಕೃತಿಗಳಾಗುತ್ತವೆ ಎಂದು ತೋರಿಸಿದರು. ಮುಂದಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ವಿಕಿರಣದ ವಿಧ ಹಾಗೂ ಪ್ರಮಾಣ ವನ್ನವಲಂಬಿಸಿ ವಿಕೃತಿಗಳಾಗುತ್ತವೆ ಎಂದು ತಿಳಿಸಿದವು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಡ್ರೊಸೋಫಿಲಾದಲ್ಲಿ 3000 ಕ್ಷ-ಕಿರಣಗಳನ್ನೂ ಹಾಯಿಸಿದರೆ ಶೇ. 10 ಲಿಂಗಸಂಲಗ್ನ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳೂ 6000 ಗಳನ್ನೂ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಶೆ. 20 ರಷ್ಟು ವಿಕೃತಿಗಳೂ (ಚಿತ್ರ 9) ಜನಿಸುತ್ತವೆ. ವಿಕಿರಣದ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ವಿಕೃತಿಗಳ ಪ್ರಮಾಣವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಶೇ. 50 ರಷ್ಟು ವಿಕೃತಿಗಳುಂಟು ಮಾಡಬಲ್ಲ ವಿಕಿರಣದ ಪ್ರಮಾಣ ವನ್ನು LD 50 ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ವಿಕಿರಣಗಳು ಡಿಎನ್‌ಎ ಮೇಲೆ ಎರಡು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತವೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಕ್ಷಾರಗಳಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಗೊಳಿಸಿ ಕಣ ದ್ವಿರೂಪತೆಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ಡಿಎನ್‌ಎಯ ಶರ್ಕರ ರಂಜಕಾಮ್ಲದ ಎಳೆಯನ್ನು ಧ್ವಂಸ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಬಹಳ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದರೆ ಕೋಶಗಳ ವರ್ಣತಂತುಗಳು ಛಿದ್ರಗೊಳ್ಳುವದೂ ಉಂಟು. ಇವನ್ನು ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿದಂತೆ ಪ್ರಬಲ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.



ಚಿತ್ರ 10. ಸೈಟೊಸೀನ್ ಆರ್ದ್ರಸೈಟೊಸೀನ್, ಥೈಮೀನ್‌ನಿಂದ ಥೈಮೀನ್ ಜೋಡಿಗಳ ಉದ್ಭವ.

ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ಹಾಗೂ ಉಳಿದ ಪ್ರಬಲ ವಿಕಿರಣಗಳ ಪರಿಣಾಮಕ್ಕಿಂತ ಅಲ್ಟ್ರಾ ವಾಯಲೆಟ್ ಕಿರಣಗಳ ಪರಿಣಾಮವೇ ಬೇರೆ. ಇವು ಪಿರಿಮಿಡೀನ್‌ಗಳ ಮೇಲೆ ಪರಿ

ಣಾಮ ಬೀರುತ್ತವೆ. ಅವು ಒಂದರ ಪಕ್ಕ ಇನ್ನೊಂದು ಥೈಮೀನ್‌ಗಳಿದ್ದರೆ ಅವನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ ಥೈಮೀನ್ ಜೋಡಿಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 10). ಅಥವಾ ಸೈಟೊಸೀನ್‌ಗಳನ್ನು ಆರ್ದಗೊಳಿಸಿ ಅವುಗಳ ಜಲಜನಕ ಬಂಧವೇರ್ಪಡಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಕ್ಷಾರಗಳು ವಿಶಿಷ್ಟ ವರ್ತನೆಯಿಂದ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಸೂರ್ಯನ ಕಿರಣದೊಂದಿಗೆ ಹರಿದುಬರುವ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನೂ ಹಾಗೂ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವ ಹಲವು ವಿಕೃತಿಜನಕ ರಸಾಯನಗಳನ್ನೂ ಜೀವಿಗಳು ಸೇವಿಸುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಇವುಗಳ ಧಾಳಿಯಿಂದ ಪಾರಾಗಲು ಸ್ವಯಂ ರಕ್ಷಣಾಶಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಸ್ವಯಂದುರಸ್ತಿ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಶಕ್ತಿಯಿದ್ದರೂ ಕೆಲವು ವಿಕೃತಿಗಳು ಇವನ್ನು ದಾಟಿ ಜೀವ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ನಿಲ್ಲುತ್ತವೆ. ವಿಕೃತಿಗಳೆಲ್ಲವೂ ಮಾರಕವಲ್ಲದ ಕಾರಣ (ಸಮಯುಗ್ಮ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಮಾರಕವಾದರೂ ಕೆಲವು ಭಿನ್ನ ಯುಗ್ಮ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಮಾರಕವಾಗುವುದಿಲ್ಲ) ನಿಸರ್ಗ ಅವನ್ನು ಪೋಷಿಸುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ವಿಕೃತಿಗಳು ಸಂಗ್ರಹವಾಗುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಆಯಾ ಪ್ರಭೇದದ ವೈವಿಧ್ಯವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ವೈಪರೀತ್ಯಗಳುಂಟಾದಾಗ ವಿಕೃತರೂಪ ಪಡೆದ ಜೀವಿಯೇ ಅದನ್ನು ತಡೆದುಕೊಳುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು ಉಪಯುಕ್ತವೆನಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ನಿಸರ್ಗ ಇಂಥ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಬದುಕುಳಿಯಲು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಪೂರ್ವ ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಕೆಲವು ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಪ್ರಕಾರ ವಾತಾವರಣದ ವೈಪರೀತ್ಯಗಳುಂಟಾದಾಗ ಉದ್ಭವಿಸುವ ವಿಕೃತಿಗಳೆ ನಿಸರ್ಗದ ಆಯ್ಕೆಗೆ ಸೂಕ್ತವಾದವು, ಈ ವಾದವನ್ನು ಹೊಂದಾಣಿಕೋತ್ತರ ವಿಕೃತಿವಾದ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ತಾಂತ್ರಿಕವಾಗಿ ಮಾನವ ಬಹಳ ಮುಂದುವರಿದಿದ್ದಾನೆ. ಪರಿಣಾಮ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳು, ಯಂತ್ರಗಳು ಇತ್ಯಾದಿ. ಕೆಲವು ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳು ವಿಕೃತಿಜನಕ ರಸಾಯನಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತವೆ. ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ರಸಾಯನಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸದಿದ್ದರೂ ಅವು ಉಗುಳುವ ಹೊಗೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಹೊರ ಹಾಕುವ ಕಲ್ಮಶಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಕೃತಿಜನಕಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ರಸಾಯನಗಳನ್ನು ಎಲ್ಲಾ ಜೀವಿಗಳೂ ನೇರವಾಗಿ ಇಲ್ಲವೆ ಆ ನೇರವಾಗಿ ಸೇವಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ವಾಸ್ತವದಲ್ಲಿ ಜೀವ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಮಹತ್ತರ ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗದಿದ್ದರೂ ಔದ್ಯೋಗೀಕರಣ ಇನ್ನೂ ಇದೇ ರೀತಿ ಮುಂದುವರಿದರೆ ಮಾನವ ಕುಲವೂ ಸೇರಿದಂತೆ ಸಕಲ ಜೀವಿಗಳ ಸರ್ವನಾಶವಾದೀತು.

ಆಧಾರ ಗ್ರಂಥಗಳು

Auerbach C., 1962 Mutation Part 1 Methods. Oliver & Boyd. Edinburgh.

Auerbach C., 1976. Mutation Research ; Problems, Results and Perspectives.

Davidson G., 1974. Genetics Control of Insect pests. Academic Press, London.

Freese E., 1963, Molecular Mechanisms of Mutations In Molecular Genetics Part 1, Ed. J. H. Taylor Academic Press, N.Y.

Hollaender A., (Ed) 1971-1978. Chemical Mutagens Vols. 1 to 5. Principles and Methods of their detection Plenum Press, New York.

Hollaender A., 1954. Radiation biology Vol. 1 to 2. Mc Graw Hill, New York.

Sobels F. H., 1963. Repair of Genetic Radiation damage and Radiosensitivity in germ cells. MacMillan Inc. N.Y.

Sobels F. H., 1965. Radiosensitivity and repair in different germ cell stages of Drosophila. In Genetics Today Vol. II Proc. XI Int. Congr. Genetics ; Ed. S. J. Geerts Pergamon, Oxford.

Strickberger M. W., 1976. Genetics, Mac Millan Collier Co· New York.

Wagner R. P., and H. K. Mitehell, 1964. Genetics and Metabolism. John Wiley, New York.

Wallace B and Th. Dobzhansky 1959, Radiation Genes and man Holt, Rinehart and Winston, New York.

White house H. L. K., 1972, Towards the understanding of the mechanism of heredity ELBS.

ವಿದ್ಯಾವಂತರಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಸುಖಿಗಳೆಂದರೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು. ಅನೇಕ ಶ್ರೇಷ್ಠ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಬಹಳ ಸರಳ ಸ್ವಭಾವದವರು; ತಮ್ಮ ಕೆಲಸದಿಂದ ಪೂರ್ಣ ಸಂತೃಪ್ತಿ ಗಳಿಸಬಲ್ಲವರು. ಊಟ, ಮದುವೆಗಳಲ್ಲಿ ಸುಖ ಕಾಣಬಲ್ಲವರು. ಆದರೆ ಸಾಹಿತಿಗಳಿಗೂ ಕಲಾವಂತರಿಗೂ ಕುಟುಂಬ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಅಸುಖಿಗಳಾಗಿರುವುದೇ ಒಂದು ಹೆಚ್ಚುಗಾರಿಕೆ. ಆದರೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪಾಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕವಾದ ಕುಟುಂಬ-ಸೌಖ್ಯ ಪಡೆದವರು. ಕಾರಣವಿದು; ಅವರು ತಮ್ಮ ಬುದ್ಧಿಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ತಮ ಭಾಗವನ್ನು ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ವಿನಿಯೋಗಿಸಿ, ಹೊರತಾದ ವಿಷಯಗಳ ಕಡೆಗೆ ಮನಸ್ಸು ಹೋಗದಂತೆ ತಡೆದುಕೊಂಡಿರುತ್ತಾರೆ. ತಾವು ಮಾಡುವ ಕೆಲಸದಿಂದ ಅವರಿಗೆ ತೃಪ್ತಿಯುಂಟು. ಆಧುನಿಕ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಿದೆ, ಪ್ರಬಲವಾಗುತ್ತಿದೆ; ಅದರ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ತಮಗೇ ಆಗಲಿ, ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೇ ಆಗಲಿ ಸಂಶಯವಿಲ್ಲ. ಸರಳ ಭಾವನೆಗಳಿಗೆ ಯಾವ ಅಡ್ಡಿಯೂ ಇಲ್ಲದ್ದರಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಜಟಿಲವಾದ ಭಾವನೆಗಳ ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲ. ಭಾವಗಳಲ್ಲಿಯೇ ತೊಡಕು ನದಿಯಲ್ಲಿನ ನೊರೆಯಂತೆ. ಸಲೀಸಾಗಿ ಹರಿಯುತ್ತಿರುವ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಭೇದಿಸುವ ಅಡ್ಡಿಯಿದ್ದರೆ ನೊರೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಚೇತನಕ್ಕೆ ಅಡ್ಡಿ ಇಲ್ಲದಾಗ ಅದರ ನಿಜವಾದ ಶಕ್ತಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಬಾಳಿನಲ್ಲಿ ಸೌಖ್ಯಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಎಲ್ಲ ಸಾಮಗ್ರಿಯೂ ಇದೆ. ತನ್ನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ರೂಢಿಸುವಂಥ ಉದ್ಯೋಗ ಅವನಿಗಿದೆ; ತನಗೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಜನಸಾಮಾನ್ಯಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯವೆನಿಸುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಸಾಧಿಸುತ್ತಾನೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನ ಅವನ ಕೆಲಸವನ್ನು ಕೊಂಚವೂ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳದಿದ್ದರೂ ಚಿಂತೆಯಿಲ್ಲ. ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾದವನು ಕಲಾವಿದನಿಗಿಂತ ಭಾಗ್ಯಶಾಲಿ.

—ಬರ್ಟ್ರೆಂಡ್ ರಸೆಲ್

[' ಸುಖಸಾಧನೆ ' ಪುಸ್ತಕದಿಂದ]

ಅನುವಾದ : ಎಚ್. ಯೋಗನರಸಿಂಹನ್

ಎ. ನಾಗಭೂಷಣರಾವ್ ಸಿಂಧೆ*

ಸಸ್ಯ, ನೀರು ಮತ್ತು ಅದರ ಸಹ ಸಂಬಂಧ

ನೀರಿಲ್ಲದೆ ಜೀವವಿಲ್ಲ; ಜೀವವಿಲ್ಲದೆ ಬದುಕಿಲ್ಲ. ನೀರಿಲ್ಲದ ಜೀವಿಯ ಬದುಕು ಬರಡು; ಆಗ ಎಲ್ಲಾ ಬಗೆಯ ಶಾರೀರಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಕೊನೆ; ಸಾವು ಖಚಿತ. ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರಮುಖ ಕಾರಣ: ಜೀವ ಹುಟ್ಟಿದ್ದು ನೀರಿನಲ್ಲಿ, ವಿವಿಧ ಭೌತಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಪರ್ಕ ಹಾಗೂ ನೀರಿನ ಪರಿಸರವಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ ತನ್ನ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಣೆಗೆ ತುಂಬುವುದು ಶಕ್ತಿ. ಆಗ ಮಾತ್ರ ಅದರ ಬದುಕು ಸಾರ್ಥಕ; ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ನಿರರ್ಥಕ. ಯಾವುದೇ ಜೀವಿ ತನ್ನ ಬದುಕನ್ನು ನಡೆಸಬೇಕಾದರೆ ನೀರಿನ ಆಶ್ರಯ ಅವಶ್ಯಕ.

ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಅಪಾರ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ತನ್ನ ದೇಹಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕವಾಗಿ ನೀರನ್ನು ಬೇರುಗಳಿಂದ ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಪಡೆಯುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯದ ಜೀವನಕ್ಕೆ ಅವಶ್ಯಕವಾದ ವಸ್ತು ವಿಶೇಷಗಳು ಕರಗಿರುತ್ತವೆ. ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನೀರಿನ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ವಿಶೇಷ ಬಗೆಯ ಸಂಯಂತ್ರದಿಂದ ಪಡೆಯುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಗಳಿಸಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಸಸ್ಯದ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಮುಖ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ನಡೆಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ನೀರಿನ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅದು ಪಡೆಯುವ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಅತ್ಯಲ್ಪ. ಆದರೂ ನೀರಿನ ಸರಬರಾಜು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಇದ್ದರೆ ಒಳಿತು. (ಎಲ್ಲ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಗಾತ್ರಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಕನಿಷ್ಠ ಪಕ್ಷ ಶೇಕಡ 75 ರಷ್ಟು ನೀರಿನ ಅಂಶವಿರುವುದು ಇದಕ್ಕೆ ತಕ್ಕ ಉದಾಹರಣೆ.) ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ—ಅದರಲ್ಲೂ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ–ನೀರು ಇಷ್ಟು ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು ಗಳಿಸಲು ಅದರ ಆಕರ್ಷಕ ಗುಣಗಳೇ ಸಾಕ್ಷಿ. ನೀರು ಬರಿಯ ನೀರಾಗಿರದೆ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಲೀನಕಾರಕ ದ್ರಾವಣವಾಗಿರುವುದೊಂದು ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ನಿಸರ್ಗ ನೀಡಿರುವಂಥ ವರಪ್ರಸಾದ. ಈ ಗುಣದೊಂದಿಗೆ ನೀರು ಜೀವಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಣಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿದೆ.

ಸಸ್ಯ ಮುಂತಾದ ಜೀವಿಯ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ಜೀವ ರಸದಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಅಂಶ

* ರೀಡರ್, ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗ, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು–570 006

ಹೇರಳವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಗಟ್ಟಿತನ ತಂದೊಡ್ಡುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ಸಂಯಂತ್ರದಿಂದ ಈ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನ ಅಂಶವನ್ನು ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಹೊರ ತೆಗೆಯುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಸಹಜವಾಗಿ ಜೀವಿತ ಬಗೆಯ ಶಾರೀರಕ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತಕ್ಷಣ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಬದಲಾವಣೆ ಅನೇಕ ಬಾರಿ ಸಾವಿಗೆ ದಾರಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಎಲ್ಲ ಬಗೆಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು (ಉದಾ: ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ, ಉಸಿರಾಟ, ಇತ್ಯಾದಿ) ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಜೀವರಸದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವುದರಿಂದ ನೀರಿನ ಪಾರುಪತ್ಯ ಬಹು ಸ್ಪಷ್ಟ. ಜೀವರಸದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವಂಥ ಅನೇಕ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ–ನೀರು ಲವಣಗಳ ಸಾಗಣೆ, ಬೆಳವಣಿಗೆ, ಹೂವು ಅರಳುವಿಕೆ, ಆಹಾರ ಸಾಗಣೆ—ಇವುಗಳನ್ನು ಸಾಮೂಹಿಕ ಜೈವಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯೆನ್ನಬಹುದು. ಜೀವರಸದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿತವಾಗಿರುವಂಥ ಅನೇಕ ಜೀವಕೋಶದ ಅಂಗಗಳು ಹಾಗೂ ಬೃಹದಣುಗಳಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಕ್ ಆಮ್ಲ, ಪ್ರೋಟೀನ್, ಕಿಣ್ವಗಳು ಇತ್ಯಾದಿ ಎಲ್ಲವೂ ಕೋಶದೊಳಗೆ ಲಭ್ಯವಾಗಿರುವ ನೀರಿನೊಂದಿಗೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ಇಟ್ಟುಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ನೀರಿನ ಅಂಶವಿಲ್ಲದೆ ಬಹುಶಃ ಯಾವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯೂ ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ನಡೆಯಲಾರದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸಸ್ಯದ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ನೀರು ಜೀವರಸದಲ್ಲಿರುವ ಕೋಶಾವಕಾಶದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ನೀರು ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಲೀನಕಾರಿ ದ್ರಾವಣವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಬಹಳಷ್ಟು ವಸ್ತುಗಳು ಸುಲಭವಾಗಿ ಇದರಲ್ಲಿ ಕರಗುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಸಸ್ಯಜೀವಿ ನೀರಿನ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲ ಬಗೆಯ ಜೈವಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಬೇಕಾಗುವಂಥ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಸಮರ್ಥವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಸಸ್ಯಕ್ಕೆ ಅಧಿಕವಾಗಿರುವಂಥ ಹಾಗೂ ಸಸ್ಯ ದೇಹಕ್ಕೆ ಬೇಡವಾಗಿರುವಂಥ ವಸ್ತುಗಳು ಮತ್ತು ಉತ್ಪನ್ನಗಳನ್ನು ಹೊರದೂಡಲು ನೀರಿನ ಮಾಧ್ಯಮ ಅವಶ್ಯಕ. ಕೋಶ ಪೊರೆಯ ಮೂಲಕ ಈ ವಸ್ತುಗಳು ನೀರಿನೊಂದಿಗೆ ವಿಸರ್ಜಿತವಾಗಿ ಅನೇಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ದೇಹದೊಳಕ್ಕೆ ತರುತ್ತದೆ, ಇತರ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಸಾಗಿಸುತ್ತದೆ.

ನೀರು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಎರಡು ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಹಾಗೂ ಒಂದು ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಅಣುವನ್ನು ಪಡೆದಿದೆ. ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಬಂಧಿತಗೊಂಡಿದೆ. ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಅಣು ಋಣಾತ್ಮಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರೇರಣೆಯನ್ನು, ಹೈಡ್ರೋಜನ್‌ನ ಎರಡು ಅಣುಗಳು ಧನಾತ್ಮಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರೇರಣೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ನೀರು ತನ್ನಲ್ಲಿರುವ ಧನಾತ್ಮಕ ಹಾಗೂ ಋಣಾತ್ಮಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರೇರಣೆಯನ್ನು ಅಲಿಪ್ತಗೊಳಿಸುವಂತಹ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದಿದೆ. ಈ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ದ್ವಿವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಿತಿ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಗುಣ ವಿರುವುದರಿಂದ ಇತರೆ ಲೀನಕಾರಕ ದ್ರಾವಣಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಇದು ತನ್ನಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕರಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲುದು. ಅಲ್ಲದೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರೇರಣೆ ಹೊಂದಿರುವಂಥ ವಸ್ತು ಹಾಗೂ ಲೀನಕಗಳಿಗೆ ಇದು ಪ್ರಮುಖ ಲೀನಕಾರಕ. ಅವಿದ್ಯುತ್

ಪ್ರೇರಣೆ ಇರುವಂಥ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ ಇದು ಲೀನಕಾರಕ. ನೀರಿನ ಧನಾತ್ಮಕ ಭಾಗ, ಋಣಾತ್ಮಕ ಅಯಾನುಗಳನ್ನು, ಋಣಾತ್ಮಕ ಭಾಗ ಧನಾತ್ಮಕ ಅಯಾನುಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ನೀರಿನ ಅಣು ಅಯಾನುಗಳಿಗೆ ಒಂದು ಪಂಜರವಿದ್ದಂತೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನಾವು ಗಮನಿಸುವಂಥ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಎಲ್ಲಾ ಅಣುಗಳು ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಬಂಧನದಿಂದ ಪರಸ್ಪರ ಬಂಧಿತಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ನೀರಿನ ಸಹಜ ದ್ರಾವಣ ರೂಪವನ್ನು ಹಬೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬದಲಾಯಿಸಬೇಕಾದರೆ ಪರಸ್ಪರವಾಗಿ ಬಂಧನಗೊಂಡಿರುವಂಥ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಬಂಧನವನ್ನು ಶಿಥಿಲಗೊಳಿಸಬೇಕು. ನೀರಿನ ಅಣು ತೂಕಕ್ಕೆ ಅವಶ್ಯಕವಾಗಿ ಬೇಕಾಗಿರುವ ಶಾಖಕ್ಕಿಂತ ಬಹುಪಾಲು ಹೆಚ್ಚು ಶಾಖ ಶಿಥಿಲಗೊಳಿಸಲು ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ನೀರಿನ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿರುವ ಸಸ್ಯ ಜೀವಿಗಳು ಬಾಹ್ಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ ಅತಿಶಾಖ ಅಥವಾ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಪಡೆಯುವ ಬಿಸಿಲಿನ ರೂಪದ ಶಾಖವನ್ನು ಕನಿಷ್ಠ ಪ್ರಮಾಣದ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ಹೀರಿಕೊಂಡು ತನ್ನ ಬದುಕನ್ನು ನಡೆಸಬಲ್ಲದು. ಅಲ್ಲದೆ ಶಾಖಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಆವಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ನೀರು ಸಸ್ಯದಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮಬಹುದು.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ—ಕಟ್ಟುನಿಟ್ಟಾದ ಅರ್ಥದಲ್ಲಿ—ನೀರು ಯಾವಾಗಲೂ ಶುದ್ಧವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಒಂದು ಬಗೆಯ ವಸ್ತು ಅದರಲ್ಲಿ ಕರಗಿರುತ್ತದೆ. ಆ ವಸ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರೇರಿತ ಅಥವಾ ಅವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರೇರಿತವಾಗಿರಬಹುದು. ಇಂಥ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನೀರು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಗೆ ಉತ್ತಮ ವಾಹಕ. ಈ ಬಗೆಯ ಉತ್ತಮ ರೂಪದ ವಾಹಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಬಂಧನದಿಂದ ಸುಲಭವಾಗಿ ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ನೀರು ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳುವಂತಹ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ.

ಸಸ್ಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಆವಶ್ಯಕ ಜೈವಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಸಕ್ರಿಯ ಪಾತ್ರ ಹಾಗೂ ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಎಲ್ಲಿ, ಹೇಗೆ, ಯಾವಾಗ ನಡೆಯುತ್ತವೆ ಎಂಬುದರ ಕ್ರಮಾಗತವಾದ ಅಭ್ಯಾಸದ ಜೊತೆಗೆ ಜೈವಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗಿಯಾಗುವಂಥ ಒಳಗಿನ ಹಾಗೂ ಹೊರಗಿನ ಪರಿಸರದ ನಿಯಮಿತ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಶರೀರ ವಿಜ್ಞಾನವೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಕೆಲವು ಮೂಲಭೂತ ನಿಯಮಗಳ ಪರಿಚಯ ಅವಶ್ಯಕ. ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಸಸ್ಯ ನೀರನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವ, ವಿವಿಧ ಅಂಗಗಳಿಗೆ ಸಾಗಿಸುವ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ವಿಸರಣೆ, ಅಭಿಸರಣೆ ಇತ್ಯಾದಿ ವಿಷಯಗಳ ಜ್ಞಾನ ವಿರಲೇಬೇಕು.

ವಿಸರಣೆ (ಡಿಫ್ಯೂಶನ್) : ಭೌತ ರಾಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರದ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಯಾವುದೇ ವಸ್ತು (ಅದು ಅನಿಲ, ದ್ರವ ಅಥವಾ ಘನ ರೂಪದಲ್ಲಿರಬಹುದು) ತನ್ನಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳನ್ನು ಸದಾ ಜಾಗೃತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಪ್ರತಿ

ಅಣುವಿನಲ್ಲೂ ಚಾಲನ ಶಕ್ತಿಯಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಅಣುಗಳು ಎಲ್ಲಿಯೂ ಗುಂಪು ಕಟ್ಟಿಕೊಂಡಿರಲು ಇಷ್ಟಪಡುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ಕಡೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಕಡೆಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಅವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ಗುಂಪು ಕಟ್ಟಿಕೊಂಡಿರುವಂಥ ಅರ್ಥಾತ್ ಹೆಚ್ಚು ಸಾರತೆಯಿರುವ ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಗುಂಪಿರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಕಡೆ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಅಣುಗಳ ಈ ಬಗೆಯ ಚಾಲನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ವಿಸರಣೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಅಣುಗಳು ವಿಸರಣಾ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿರುವಾಗಿ ಪರಸ್ಪರ ಘರ್ಷಣೆಗೆ ಒಳಗಾಗಿ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದು.

ವಿಸರಣೆಯಿಂದ ವಸ್ತುಗಳ ಕಣಗಳು ಅಥವಾ ಅಣುಗಳು ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಚಲಿಸಿದರೂ, ವಿಸರಣೆಯು ದರ ಎಲ್ಲದರಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ವಿಸರಣೆಯ ವೇಗಕ್ಕೆ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಅಣುಗಳು ಸ್ಥಿತವಾಗಿರುವಂತಹ ನಡುವಿನ ದೂರವೂ ಕಾರಣ. ಸಾಧಾರಣ ವಾಗಿ ವಸ್ತುವಿನ ಅಣುಗಳಲ್ಲಿ ಈ ದೂರ ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ಚಲನಶಕ್ತಿ ಅಧಿಕವಾಗಿ ವೇಗ ದಿಂದ ಚಲಿಸಬಲ್ಲದು. ಘನ ಮತ್ತು ದ್ರವ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಅಣುದೂರ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ ಯಿರುವುದರಿಂದ ಚಾಲನಶಕ್ತಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ. ಅನಿಲಗಳಲ್ಲಿ ಅಣುದೂರ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಿರುವುದರಿಂದ ಚಾಲನಶಕ್ತಿ ಅತ್ಯಧಿಕ, ಅಂದರೆ ವಿಸರಣೆಯ ದರ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚು. ವಿಸರಣಾ ಕ್ರಿಯೆ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಉಷ್ಣತೆಯೊಂದಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಅವಲಂಬಿತ. ಮೊದಲೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ವಿಸರಣೆಯ ದಿಕ್ಕು ಆಯಾ ವಸ್ತುವಿನ ಸಾರತೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿ ಸಿರುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚು ಸಾರತೆಯಿರುವ ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಸಾರತೆಯಿರುವ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ವಿಸರಣೆ ಹೊಂದಬೇಕಾದರೆ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಿಸರಣಾಶಕ್ತ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ತನ್ನದೇ ಆದ ವಿಸರಣಾ ಸಂಮರ್ಧ ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂಮರ್ಧ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಆಯಾ ವಸ್ತುವಿನ ಸಾರತೆಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆಯಾಗಬಹುದು. ಸಾರತೆ ಅಧಿಕವಿದ್ದ ಕಡೆ ಸಂಮರ್ಧ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೆಚ್ಚು ; ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಸಹಜವಾಗಿ ಕಡಿಮೆ.

ಯಾವುದೇ ವಸ್ತು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ತನ್ನ ವಿಸರಣಾ ಸಮರ್ಧ ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಕಡಿಮೆ ವಿಸರಣಾ ಪ್ರದೇಶದ ಕಡೆಗೆ ವಿಸರಿತವಾಗುವುದು ರೂಢಿ. ಪರಸ್ಪರ ಈ ಎರಡು ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ವಿಸರಣಾ ಸಂಮರ್ಧ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ 'ವಿಸರಣ ಸಂಮರ್ಧ ಕೊರೆ' (DPD) ಎಂದು ಹೆಸರು. ವಸ್ತುವಿನ ವಿಸರಣೆಯು ದಿಕ್ಕು ಯಾವಾಗಲೂ ವಿಸರಣ ಸಂಮರ್ಧ ಕೊರೆಯ ಕಡೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಕೊರೆ ತನ್ನದೇ ಆದ ವಸ್ತುವಿನದಾಗಿರ ಬಹುದು, ಇಲ್ಲವೆ ಬೇರೆಯದಾಗಿರಬಹುದು. ವಿಸರಣ ಕ್ರಿಯೆ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಎಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಕೊರೆಯಿರುತ್ತದೆಯೋ ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ತಾನು ಚಲಿಸುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಕ್ರಮೇಣ ತಾನಿದ್ದ ಹಾಗೂ ತಾನು ಚಲಿಸುತ್ತಿರು ವಂಥ ಎರಡೂ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನ ಸಾರತೆ (ಅಂದರೆ ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ) ಸಮಾನವಾಗುತ್ತಾ ಬರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ವಿಸರಣ ಸಂಮರ್ಧವು ಸಮಾನವಾಗುತ್ತಾ

ಬಂದು ವಿಸರಣೆಯ ದರ ಕ್ರಮೇಣ ಕ್ಷೀಣಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ವಿಸರಣೆಯ ದರ ಬಹು ಮಟ್ಟಿಗೆ ಕ್ಷೀಣಿಸುವುದರ ವೇಳೆಗೆ ವಸ್ತುವಿನ ಎರಡೂ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸಾರತೆ ಒಂದೇ ಆಗಿ ವಿಸರಣ ಕ್ರಿಯೆ ನಿಂತಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. (ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಸರಣ ಕ್ರಿಯೆ ತಟಸ್ಥವಾದಂತೆ ತೋರಿದರೂ ವಸ್ತುವಿನ ಕಣಗಳ ವಿನಿಮಯ ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ.) ಇಂತಹ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಗತಿಸಮತೋಲನ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ವಿಸರಣ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವಸ್ತುಗಳು ಒಂದೇ ಬಾರಿಗೆ ಭಾಗವಹಿಸ ಬಹುದಾದರೂ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವೂ ತನ್ನದೇ ಆದ ಸ್ವತಂತ್ರ ವಿಸರಣಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ವಿಸರಣ ಕ್ರಿಯೆಯೊಂದಿಗೆ ಮತ್ತೊಂದು ವಸ್ತು ಅಡ್ಡ ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಥವಾ ಗತಿಯನ್ನು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗೊಳಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ವಸ್ತು ಸಂಪೂರ್ಣ ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಗೋಜಿಗೆ ಮತ್ತೊಂದು ವಸ್ತು ಹೋಗುವುದಿಲ್ಲ. ವಿಸರಣಾ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಒಂದೆರಡು ಸರ್ವಸಾಮಾನ್ಯ ಉದಾಹರಣೆಗಳಿಂದ ವಿವರಿಸಬಹುದು.

ಮನೆಗೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಹೂವು ಅಥವಾ ಹಣ್ಣನ್ನು (ಉದಾ: ಸಂಪಿಗೆ, ಮಲ್ಲಿಗೆ, ಹಲಸು ಅಥವಾ ಮಾವು) ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಬಂದಾಗ ಅದು ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಕೋಣೆಯಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಅದು ತನ್ನ ಪರಿಮಳವನ್ನು ತಾನಿದ್ದ ಸ್ಥಳದಿಂದ ವಿವಿಧ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗೆ ವಿಸರಣೆಯ ಮೂಲಕ ಪಸರಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಪರಿಮಳ ವಿಸರಿತ ವಾಗುತ್ತಿರುವಾಗ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಆ ಪರಿಮಳ ಆಘ್ರಾಣಿಸಿದರೂ ತಿಳಿಯದಷ್ಟು ಪೇಲವವಾಗಿ ಬಿಡುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಸಾರತೆ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಸಾರತೆ ಕಡಿಮೆಯಿರುವ ಪ್ರದೇಶದ ಕಡೆಗೆ ಪಸರಿಸಿ ಕೊನೆಗೆ ಒಂದು ಕಾಲಕ್ಕೆ ಗತಿ ಸಮತೋಲನದ ಸ್ಥಿತಿಯಾಚೆ ಹೋಗುತ್ತದೆ ಹಾಗೆಯೇ ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಫಿ ಮಾಡುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದರ ಪರಿಮಳ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ವಿಸರಿತವಾಗಿ ಅನಂತರ ಕ್ರಮೇಣ ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಅನಿಲಗಳ ವಿಸರಣೆಗೆ ಉದಾಹರಣೆ. ಕಾಫಿ ಅಥವಾ ಕಷಾಯ ಮಾಡಿದ ಅನಂತರ ಅದಕ್ಕೆ ರುಚಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸಲು ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾಗಿ ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ಸೇರಿಸುತ್ತೇವೆ. ಸಕ್ಕರೆ ಕಾಫಿಯ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಬಂದೊಡನೆ ನಿಧಾನವಾಗಿ ನೀರಿನಿಂದಾದ ಕಾಫಿಯಲ್ಲಿ ವಿಸರಿತವಾಗಿ ಕ್ರಮೇಣ ತನ್ನ ಸಿಹಿ ರುಚಿ ಯನ್ನು ಎಲ್ಲೆಡೆಗೂ ಪಸರಿಸುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಶುಭ್ರವಾದ ಗಾಜಿನ ಲೋಟದಲ್ಲಿ ಒಳ್ಳೆಯ ನೀರನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ತೊಟ್ಟು ಶಾಹಿ ಹಾಕಿದರೆ, ನಿಧಾನವಾಗಿ ಶಾಹಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಸಾರತೆ ಹೆಚ್ಚಿರುವುದರಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಸಾರ ವಿರುವಂಥ ನೀರಿನ ಕಡೆಗೆ ವಿಸರಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಅನಂತರ ನೀರು ಶಾಯಿಯ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಇದು ಘನ ವಸ್ತುವಿನ ಹಾಗೂ ದ್ರಾವಣಗಳ ವಿಸರಣೆಗೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ.

ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ವಿಸರಣ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಹಲವಾರು ಪ್ರಮುಖ ಕಾರ್ಯಗಳು

ನಡೆಯುತ್ತವೆ: ನೀರು ಮಣ್ಣಿನ ಪರಿಸರದಿಂದ ಬೇರಿನೊಳಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುವುದು, ಬೇರಿನೊಳಗೆ ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿ ಒಂದು ಜೀವಕೋಶದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದಕ್ಕೆ ಆಗುವ ನೀರಿನ ಚಲನೆ ಹಾಗೂ ಎಲೆ ಮತ್ತು ಇತರ ಭಾಗಗಳ ಮೂಲಕ ನಡೆಯುವ ಅನಿಲ ವಿನಿಮಯ ಕ್ರಿಯೆ.

ಅಂತರ್ ಗ್ರಹಣ (ಇಂಬೈಬಿಶನ್) : ಅಂತರ್ ಗ್ರಹಣವು ಒಂದು ವಿಶೇಷ ಬಗೆಯ ವಿಸರಣ ಕ್ರಿಯೆ. ಯಾವುದಾದರೂ ಒಣಗಿದ ಬೀಜ ಅಥವಾ ವಸ್ತುವನ್ನು ನೀರಿನ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಬರುವಂತೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಒಣಗಿದ ಬೀಜಗಳಿಗೂ ಹಾಗೂ ಹೊರ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತನ್ನ ವಿಸರಣ ಸಂಮರ್ದ ಹೆಚ್ಚು ಇರುವುದರಿಂದ ಕೊರೆಯಿರುವ ಪ್ರದೇಶದ ಕಡೆ ವಿಸರಿಸುತ್ತದೆ. ಒಣಗಿದ ಬೀಜಗಳು ನೀರನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ಉಬ್ಬಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಬೀಜದ ಗಾತ್ರವೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಲೀನಕಾರಕ ದ್ರಾವಕ–ನೀರನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವ ಕ್ರಿಯೆಗೆ 'ಅಂತರ್ ಗ್ರಹಣ' ವೆಂದು ಹೆಸರು. ಬೀಜ ಮೊಳೆತು ಬೆಳೆಯಲು ಅಂತರ್ ಗ್ರಹಣದಿಂದಲೇ ನೀರನ್ನು ಪಡೆಯಬೇಕು. ಅಂತರ್ ಗ್ರಹಣ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯಬೇಕಾದರೆ ಕೆಲವು ಅಂಶಗಳು ಮುಖ್ಯವಾದುವು.

(1) ಹೀರಕ ವಸ್ತುವಿಗೂ ಹಾಗೂ ಹೀರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ವಸ್ತುವಿಗೂ (ನೀರು ಅಥವಾ ದ್ರವ) ನಿಕಟಸಂಬಂಧವಿರಬೇಕು. ಅಂದರೆ ಪರಸ್ಪರ ಅಣುಗಳ ಆಕರ್ಷಣೆ ಇರಬೇಕು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಸೆಲ್ಯುಲೋಸ್ ವಸ್ತುವಿರುವಂಥ ಯಾವುದೇ ಪದಾರ್ಥ– ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಸಸ್ಯಗಳ ಜೀವಕೋಶ ಭಿತ್ತಿ–ನೀರನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲದು. ಆದರೆ ನೀರಿನಂತಹುದೇ ಲೀನಕಾರಕ ದ್ರಾವಕ ಈಥರ್‌ಗೆ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗೆಯೇ ರಬ್ಬರ್–ವಸ್ತು–ನೀರನ್ನು ಹೀರಲಾರದು ; ಆದರೆ ಈಥರನ್ನು ರಬ್ಬರ್ ಹೀರಬಲ್ಲದು. ಹೀಗಾಗುವುದು ಅಣುಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣೆಯಿಂದಲೇ. (2) ಹೀರಿಕೊಂಡ ಅಣುಗಳು ಹೀರಕ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಅತಿ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿದ್ದು ಒತ್ತಾಗಿ ಅಡಕಗೊಂಡಿರುವುದರಿಂದ ಸಹಜಗುಣವಾದ ಚಲನಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ತೋರುವಾಗ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಶಾಖದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. (3) ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸುವ ಕ್ರಿಯೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಸಂಮರ್ದ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂತರ್ ಗ್ರಹಣದ ಕಾರಣದಿಂದ ಹುಟ್ಟುವ ಈ ಸಂಮರ್ದಕ್ಕೆ 'ಅಂತರ್ ಗ್ರಹಣ ಸಂಮರ್ದ'ವೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಸಂಮರ್ದದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಅಗಾಧವಾದುದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ನೆನೆದ ಬೀಜಗಳ ಸಿಪ್ಪೆ ಬಿರಿಯುವುದು ಹಾಗೂ ಬಂಡೆಗಳ ಸೀಳಿನ ಮಧ್ಯ ಇರುವ ಸಸ್ಯದಿಂದ ಅಥವಾ ಒಣಗಿದ ಮರ ನೀರಿನ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಬಂದು ಬಂಡೆ ಬಿರಿಯುವುದು ಈ ಬಗೆಯ ಸಂಮರ್ದದ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ.

ಅಭಿಸರಣೆ (ಆಸ್ಮಾಸಿಸ್) : ಅಭಿಸರಣೆಯೂ ಒಂದು ವಿಶೇಷ ಬಗೆಯ ವಿಸರಣೆ. ಸಾರತೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವ ಎರಡು ಬಗೆಯ ದ್ರಾವಣಗಳನ್ನು ತಾನು

ಹೊಂದಿರುವಂಥ ನೀರಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಪಾರಗಮ್ಯವಾಗಿರುವಂಥ ಒಂದು ಅರ್ಧ ಪಾರಗಮ್ಯ ಪಟಲದಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದರೆ ವಿಸರಣೆ ಸಂಮರ್ದ ಸಮನಾಗಿ ಗತಿಸಮತೋಲನ ಸ್ಥಿತಿ ತಲುಪುವವರೆಗೆ ದುರ್ಬಲ ದ್ರಾವಣದಿಂದ ಪ್ರಬಲ ದ್ರಾವಣದ ಕಡೆಗೆ (ಅಂದರೆ ನೀರು ತನ್ನ ಹೆಚ್ಚು ಸಾರತೆಯಿರುವ ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಸಾರತೆಯಿರುವ ಪ್ರದೇಶದ ಕಡೆಗೆ) ಪಟಲದ ಮುಖೇನ ಪಸರಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಗೆಯ ಚಲನೆಗೆ 'ಅಭಿಸರಣೆ' ಎಂದು ಹೆಸರು.

ನೀರಿಗೆ ಪಟಲ ಪಾರಗಮ್ಯವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಪಟಲದ ಎರಡೂ ಕಡೆ ನೀರು ನಿರಾತಂಕವಾಗಿ ಚಲಿಸಬಲ್ಲದು. ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿರುವಂಥ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿಯೂ ನೀರು ಇರುವುದರಿಂದ ನೀರಿನ ಲವಣಗಳು ಪಟಲದ ಎರಡೂ ಕಡೆ ವಿಸರಿತವಾಗಬಲ್ಲವು. ಆದರೆ ಪ್ರಬಲ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ದುರ್ಬಲ ದ್ರಾವಣಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ನೀರಿನ ಅಣುಗಳು ಇರುವುದರಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ನೀರಿನ ಅಣುಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿರುವ ದುರ್ಬಲ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಸಹಜವಾಗಿ ವಿಸರಣ ಸಂಮರ್ದ ಪ್ರಬಲ ದ್ರಾವಣಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಇರುತ್ತದೆ. ದ್ರಾವಣದ ವಿಸರಣ ಸಂಮರ್ದ ಕೊರೆ ಪ್ರಬಲ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗಿರುವುದರಿಂದ ನೀರಿನ ಅಣುಗಳು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರಬಲ ದ್ರಾವಣದ ಕಡೆಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಪ್ರಬಲ ದ್ರಾವಣದ ಕಡೆ ಮಾತ್ರ ನೀರು ವಿಸರಿತವಾಗುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ಅಭಿಸರಣೆಯಲ್ಲಿ ಕೊನೆಯ ಪಕ್ಷ ಮೂರು ಬಗೆಗಳಿವೆ: (1) ಸಹಜ ಅಭಿಸರಣೆ, (2) ಬಾಹ್ಯ ಅಭಿಸರಣೆ, (3) ವಿಪರ್ಯಯ ಅಭಿಸರಣೆ.

ಸ್ವಚ್ಛವಾದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಮರ್ದವಿರುವುದರಿಂದ ಕಡಿಮೆ ವಿಸರಣ ಸಂಮರ್ದವಿರುವ ಪ್ರದೇಶದ ಕಡೆ ನೀರು ಚಲಿಸುವುದರಿಂದ ಅಭಿಸರಣಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಪ್ರಬಲ ದ್ರಾವಣವಿರುವ ಪ್ರದೇಶ ಸ್ವಚ್ಛ ನೀರಿನ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಬಂದ ತಕ್ಷಣ ಅಭಿಸರಣ ದರ ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ. ಸ್ವಚ್ಛವಾದ ನೀರು ಹೆಚ್ಚು ವಿಸರಿತಗೊಂಡಂತೆ ದ್ರಾವಣದ ಮಟ್ಟವೂ ಏರುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಎರಡೂ ಕಡೆಯ ದ್ರಾವಣದ ಸಾರತೆ ಸಮಾನವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾದಾಗ ದ್ರಾವಣ ತನ್ನ ಅಧಿಕ ಭಾರದಿಂದ ಕೆಳಮುಖವಾದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ತೋರ್ಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಸಂಮರ್ದದ ಕಾರಣದಿಂದ ಸ್ವಚ್ಛ ನೀರು ಆಲಿಕೆಯೊಳಗೆ ಅಭಿಸರಣೆಗೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಕ್ರಮೇಣ ಕುಗ್ಗುತ್ತಾ ಬಂದು ಕೊನೆಗೆ ಒಂದು ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣ ನಿಂತುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಸಂಮರ್ದಕ್ಕೆ 'ಅಭಿಸರಣ ಸಂಮರ್ದ' ಅಥವಾ ಆಸ್ಮಾಟಿಕ್ ಪ್ರೆಸರ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಅಭಿಸರಣ ಸಂಮರ್ದವು ವಿಲೀನಗೊಂಡಂಥ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ನೀರಿನ ಅಣುಗಳನ್ನು ಆಲಿಕೆಯ ಹೊರಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಒಳಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುವುದನ್ನು ತಡೆಯುತ್ತದೆ. ಬಾಹ್ಯ ಸಂಮರ್ದದಿಂದಲೂ ನೀರಿನ ಅಭಿಸರಣೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಹುದು.

ಯಾವುದೇ ದ್ರಾವಣ ಹಾಗೂ ಸ್ವಚ್ಛ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಅಭಿಸರಣ

ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ತಡೆಯಲು ಬೇಕಾದ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಅಭಿಸರಣ ಸಂಮರ್ದ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ಅಭಿಸರಣ ಕ್ರಿಯೆ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಗೆ ಹಲವಾರು ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ತಂದೊಡ್ಡುತ್ತದೆ. ಜೀವಕೋಶವು ತನ್ನಲ್ಲಿರುವ ಲೀನಕಾರಿಯ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿರುವ ಕೋಶ ದ್ರವ್ಯದ ಸಾಂದ್ರತೆಗಿಂತ ದುರ್ಬಲವಾಗಿರುವಂಥ ದ್ರಾವಣ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಆಗ ಅಭಿಸರಣ ಕ್ರಿಯೆಯ ಫಲವಾಗಿ ನೀರನ್ನು ಪಡೆದು ಊದಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆಗ ಈ ಬಗೆಯ ನೀರು ಅಥವಾ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ಹೈಪೋಟಾನಿಕ್ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಜೀವಕೋಶವು ತನ್ನಲ್ಲಿರುವ ಲೀನಕಾರಿ ವಸ್ತುವನ್ನು ಪಡೆದಿರುವಂಥ ಕೋಶ ದ್ರವ್ಯಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿರುವಂಥ ದ್ರಾವಣದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ಜೀವಕೋಶವು ತನ್ನ ಸ್ವಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ದ್ರಾವಕಕ್ಕೆ ಐಸೋಟಾನಿಕ್ ದ್ರಾವಣವೆಂದು ಹೆಸರು. (ಇಲ್ಲಿ ಜೀವಕೋಶದೊಳಕ್ಕೆ ವಿಸರಿತವಾಗುವ ನೀರಿನ ಅಣುಗಳು ಜೀವ ಕೋಶದಿಂದ ಹೊರಬರುವ ನೀರಿನ ಅಣುಗಳಿಗೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತವೆ.) ಒಂದು ಜೀವ ಕೋಶವು ತನ್ನಲ್ಲಿರುವ ಕೋಶದ್ರವ್ಯದ ಸಾಂದ್ರತೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಬಲಯುಕ್ತವಾದ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ದ್ರಾವಣ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಆಗ ಅಂಥ ದ್ರಾವಣ ವನ್ನು ಹೈಪರ್‌ಟಾನಿಕ್ ದ್ರಾವಣ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಹೈಪರ್‌ಟಾನಿಕ್ ವಾತಾವರಣ ದಲ್ಲಿ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಇಟ್ಟರೆ, ಜೀವಕೋಶದ ಹೊರ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಅಭಿಸರಣ ಸಾಂದ್ರತೆಯಿರುವುದರಿಂದ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿನ ನೀರು ಕೋಶದಿಂದ ಹೊರಗೆ ವಿಸರಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ನೀರಿನ ಅಣುಗಳು ಕೋಶದಿಂದ ಹೊರ ಬರುವುದರಿಂದ ಕೋಶಾವಕಾಶ ಸಂಕುಚಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಕೋಶಭಿತ್ತಿ ವಲಯದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಪಸರಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದ ಕೋಶದ್ರವ್ಯವೂ ಸಂಕುಚಿತಗೊಂಡು ಒಳಕ್ಕೆ ಎಳೆದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಎಳೆತದ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಕ್ರಮೇಣ ಕೋಶದ್ರವ್ಯವು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಜೀವಕೋಶದ ಕೇಂದ್ರ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಗುಂಡಾಗಿ ಲೋಳೆಯಂತೆ ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆಗೆ 'ಪ್ಲಾಸ್ಮೊಲೈಸಿಸ್' ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಪ್ಲಾಸ್ಮೊಲೈಸಿಸ್ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ತುತ್ತಾಗಿರುವಂಥ ಜೀವಕೋಶಗಳು ದುರ್ಬಲ ದ್ರಾವಣ ಅಥವಾ ಸ್ವಚ್ಛ ನೀರು ಮುಂತಾದ ಪ್ರಬಲಸಾರತೆಯಿಲ್ಲದಂತಹ ಹೊರ ವಾತಾವರಣದ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ ತಮ್ಮ ಸಹಜ ಆಕಾರವನ್ನು ಮರಳಿ ಪಡೆಯ ಬಲ್ಲದು. ಪ್ಲಾಸ್ಮೊಲೈಸಿಸ್ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಬಹುಕಾಲ ಜೀವಕೋಶವಿದ್ದರೆ ಹಲವು ಬಗೆಯ ಘಾತಕ ಪರಿಣಾಮ ಕೋಶರಸದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗಿ ಸಾಯಲುಬಹುದು.

ಬೇರಿನ ಪ್ರಧಾನ ಕಾರ್ಯ ಮಣ್ಣಿನ ಕಣವನ್ನು ಆವರಿಸಿಕೊಂಡಿರುವಂಥ ನೆಲನೀರನ್ನು ಹೀರುವುದಾಗಿದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಅಭಿಸರಣ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಬೇರಿನಲ್ಲಿರುವ ಪರಸ್ಪರ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನ ಅಭಿಸರಣ ಸಾಂದ್ರತೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನೀರು ಯಾವ ಜೀವಕೋಶದ ಕಡೆ ಹೆಚ್ಚು ಅಭಿಸರಣ

ಸಾಂದ್ರತೆಯಿದೆಯೋ ಆ ಕಡೆಗೆ, ಅಂದರೆ ಕಡಿಮೆ ಅಭಿಸರಣ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹೊರವಾತಾವರಣದಿಂದ ನೀರನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಅಭಿಸರಣಾ ಸಾಂದ್ರತೆ ಅಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈಗ ಆ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಅಭಿಸರಣಾ ಸಾಂದ್ರತೆ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿರುವ ಮತ್ತೊಂದು ಕೋಶದ ಅಭಿಸರಣಾ ಸಾಂದ್ರತೆಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಆಗ ಸಹಜವಾಗಿ ನೀರು ಕಮ್ಮಿ ಅಭಿಸರಣವುಳ್ಳ ಜೀವಕೋಶದಿಂದ ಅಧಿಕ ಅಭಿಸರಣಾ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ಜೀವಕೋಶದ ಕಡೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಸತತವಾಗಿ ನೀರು ಕೋಶದಿಂದ ಕೋಶಕ್ಕೆ ಹೊರ ಪರಿಸರ ದಿಂದ ಒಳಬಂದಂತೆ ಕ್ರಮೇಣ ಅಭಿಸರಣಾ ಸಾಂದ್ರತೆ ಕುಗ್ಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ವಿಸರಣಾ ಸಂಮರ್ದ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಜೀವಕೋಶ ದ್ರಾವಣ ಆಂತರಿಕವಾಗಿ ಕೋಶ ಭಿತ್ತಿಯನ್ನು ಒತ್ತತೊಡಗುತ್ತದೆ. ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಪಟಲದೊಂದಿಗೆ ಕೋಶಭಿತ್ತಿಯಿರು ವುದರಿಂದ ಸುಲಭವಾಗಿ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಪಟಲ ಹರಿಯುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಈ ಬಗೆಯ ಒತ್ತಡದಿಂದ ಜೀವಕೋಶವು ಹಿಗ್ಗಿ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಸರಣೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಹಿಂದೆ ವಿವರಿಸಿರುವ ಭೌತಿಕ ನಿಯಮದಂತೆ ಕೋಶದೊಳಗೆ ನೀರಿನ ವಿಸರಣೆ ಕಮ್ಮಿ ಯಾಗುತ್ತಾ ಬಂದು ಕೊನೆಗೆ ನಿಂತುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಕೋಶದ್ರವ್ಯ ತನ್ನ ಕೋಶ ಭಿತ್ತಿಯನ್ನು ಆಂತರಿಕವಾಗಿ ಒತ್ತುವುದರಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಜೀವಕೋಶದ ಅಧಿಕ ಗಾತ್ರವು ನೀರಿನ ಅಭಿಸರಣೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಿ ಕೊನೆಗೆ ತಡೆಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ನೀರಿನ ಅಭಿಸರಣೆಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸುವ ಸಂಮರ್ದ ಕ್ರಿಯೆಗೆ 'ಟರ್ಗರ್ ಪ್ರೆಷರ್' ಅಥವಾ ರಸಸ್ಥಿತ ಸಂಮರ್ದ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಕೋಶಭಿತ್ತಿಯು ಗಡುಸಾಗಿರುವುದ ರಿಂದ ತನ್ನದೇ ಆದ ಸಂಮರ್ದವನ್ನು ಸನ್ನಿತ ಸಂಮರ್ದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಉಂಟು ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಸಂಮರ್ದಕ್ಕೆ ಭಿತ್ತಿ ಸಂಮರ್ದವೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಬಗೆಯ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಮರ್ದದ ಕಾರಣದಿಂದ ಜೀವಕೋಶದ ಈ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ರಸಸ್ಥಿತಿ (ಟರ್ಜಿಡ್) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಸಾಧಾರಣವಾದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಸಸ್ಯವನ್ನು ಅಗತ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಗೊಬ್ಬರ ಉಣಬಡಿಸುವುದರಿಂದ ಅಥವಾ ಉಪ್ಪುನೀರಿನ ವಾತಾವರಣ ದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ರಸಸ್ಥಿತ ಸಂಮರ್ದವು ಶೂನ್ಯಕ್ಕೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ. ಆಗ ಜೀವಕೋಶ ದಲ್ಲಿರುವ ನೀರು ಹೊರ ವಾತಾವರಣದ ಕಡೆ ವಿಸರಣಗೊಂಡು, ಪ್ಲಾಸ್ಮೊಲೈಸಿಸ್ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಗಿಡಗಳು ಮುರುಟಿಕೊಳ್ಳುವುದು, ಎಲೆ ಮತ್ತು ಕಾಂಡ ಸೊರಗಿ ಬಾಗಿಕೊಳ್ಳುವುದು ರಸಸ್ಥಿತ ಸಂಮರ್ದದ ಕೊರೆಯಿಂದಲೇ. ಆದರೆ ಸಮುದ್ರದ ಉಪ್ಪುನೀರಿನ ಜೌಗು ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವಂಥ ಸಸ್ಯಗಳ ಜೀವಕೋಶ ಗಳಲ್ಲಿ (ಉದಾಹರಣೆಗೆ ರೈಜೊಫೋರ ಪ್ರಭೇದದ ಸಸ್ಯಗಳು) ನೀರಿನ ವಿಸರಣ ಸಂಮರ್ದ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿನ ಉಪ್ಪುನೀರಿನ ವಿಸರಣ ಸಂಮರ್ದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿರುವುದ ರಿಂದ ಸಸ್ಯಗಳು ಸುಲಭವಾಗಿ ನೀರನ್ನು ಹೀರಬಲ್ಲವು. ಇಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಶೇಷ :

ಸಸ್ಯವು ಯಾವಾಗಲೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ಸಮುದ್ರದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವುದಲ್ಲದೆ ಸಸ್ಯದ ಹೊರವಲಯದಲ್ಲಿ ಉಪ್ಪುನೀರಲ್ಲದೆ ಮತ್ತೆ ಯಾವುದೇ ಬಗೆಯ ನೀರಿನಿಂದ ಮಾಲಿನ್ಯ ಹೊಂದಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಇಂಥ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಸೈಲಮ್ ವಾಹಕ ಅಂಗಾಂಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ರಸವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ, ಹೊರ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವ ಲವಣಗಳಿಂದ ಮುಕ್ತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಕ್ಸೈಲಮ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ನೀರು ಕುಡಿಯಲು ಯೋಗ್ಯವಾಗುವಷ್ಟರಮಟ್ಟಿಗೆ ಸ್ವಚ್ಛವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಗುಣವು ಪಟಲದ ಮೂಲಕ ಸಾಗಣೆಗೊಳ್ಳುವಂತಹ ನೀರಿನ ಸ್ವಭಾವದ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ದಾರಿ ಮಾಡಿರುವುದಲ್ಲದೆ, ಸಮುದ್ರದ ಉಪ್ಪುನೀರಿನ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಸಸ್ಯಗಳ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತಡವನ್ನು ಸೇರಿಸಿರುವುದರಿಂದ ಸ್ವಚ್ಛನೀರು ಒಸರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ರೀತಿ ಲವಣಗಳ ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ಕ್ರಿಯೆ ಶೂನ್ಯ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲಿಸಿಯಸ್‌ಗೆ ಬಹು ಸಮೀಪದ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿಯೂ ನಡೆಯಬಹುದಾಗಿದೆ. ಯಾವುದೇ ಬಗೆಯ ಜೈವಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯು ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವಂಥ ಪ್ರಬಲ ಜೈವಿಕ ವಿಷಯುಕ್ತೂ ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಪ್ರಭಾವ ಹೊಂದಿರುವುದು ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಸಮರ್ಥನೆಗೆ ದಾರಿಮಾಡಿದೆ. ಅದು ಪ್ಲಾಸ್ಮಾಪಟಲದ ಮೂಲಕ ನಡೆಯುವಂತಹ ನೀರಿನ ಅಣುಗಳ ಸಾಗಣೆಯ ಭೌತಿಕ ಅಲ್ಟ್ರಾಸೋಸುವಿಕೆ ಎಂಬುದಾಗಿದೆ.

ಭೌತಿಕ ಅಲ್ಟ್ರಾ ಸೋಸುವ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ತೋರ್ಪಡಿಸಲು ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಸಮರ್ಥಿಸಬಹುದು. ಸಮುದ್ರ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವಂತಹ ಹುಲುಸಾದ ಬೇರುಗಳಿರುವಂತಹ ಸಸ್ಯದ ಒಂದು ಸಸಿಯನ್ನು ಮರಳಿರುವ ಕುಂಡದಲ್ಲಿಟ್ಟು, ಸಮುದ್ರದ ನೀರನ್ನು ಹಾಕಿ ಬೆಳೆಸಬಹುದು. ಇಂಥ ಕುಂಡದಲ್ಲಿರುವ ಸಸ್ಯವನ್ನು ಅತ್ಯಧಿಕ ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಒಂದು ಗಾಜಿನಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಒಳಗಾಗಿಸಿ ತಕ್ಷಣ ಕಾಂಡಭಾಗವನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಕತ್ತರಿಸಿದ ಕಾಂಡ ಭಾಗದಿಂದ ಸ್ವಚ್ಛನೀರು ಬೇರಿನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕವಾಗಿ ಒಸರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಬಹುದು.

ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆಯು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಅಭಿಸರಣ ಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲ ಸಂಕಲ್ಪದಂತೆ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ ವಿಪರ್ಯಯ ಅಭಿಸರಣೆ (ರಿವರ್ಸ್ ಆಸ್ಮಾಸಿಸ್) ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕೈಗಾರಿಕಾ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಮುದ್ರದ ನೀರಿನಿಂದ ಸ್ವಚ್ಛನೀರು ಪಡೆಯುವ ಉದ್ಯಮಕ್ಕೆ ವಿಪರ್ಯಯ ಅಭಿಸರಣೆ ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸಮುದ್ರದ ನೀರನ್ನು ಕೇವಲ ನೀರಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಪಾರಗಮ್ಯವಾಗಿರುವಂಥ ಪಟಲದ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಿದಾಗ ಶೇಕಡ 95 ರಷ್ಟು ಲವಣಗಳನ್ನು ತಡೆಹಿಡಿದು ಪಾರಗಮ್ಯ ಪಟಲವು ಸ್ವಚ್ಛನೀರಿನ ಅಣುಗಳು ಮಾತ್ರ ವಿಸರಣೆಗೊಳ್ಳಲು ಸಹಕರಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಸ್ವಚ್ಛ ನೀರನ್ನು ಪಡೆಯಲು 100 ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕೂ ವಾಯುಮಾನದಷ್ಟು ಒತ್ತಡಬೇಕು. ಸಮುದ್ರದ ಹಿನ್ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 40 ರಿಂದ 60 ವಾಯುಮಾನದಷ್ಟು ಒತ್ತಡಸಾಕು.

ನೀರು ಮತ್ತು ಲವಣಗಳ ಚೂಷಣೆ : ಬೇರು ನೆಲದೊಳಕ್ಕೆ ಹೋಗುವಂಥ ಸಸ್ಯಭಾಗ. ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಸಸ್ಯಕ್ಕೆ ಅವಶ್ಯಕವಾಗಿ ಬೇಕಾಗುವಂತಹ ನೀರು ಮತ್ತು ಲವಣಗಳನ್ನು ಹೀರುವಂಥ ಅಂಗ. ಈ ವಸ್ತುಗಳ ಪೂರೈಕೆ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಭೂಮಿಯಿಂದಲೇ ಪೂರೈಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮಳೆಬಿದ್ದ ನೀರು ನೆಲದೊಳಕ್ಕೆ ಇಳಿದಾಗ ಭೂಮಿಯ ಕಣಗಳ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ತೂರಿಹೋಗುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಎಲ್ಲ ನೀರು ಚೂಷಿಸಲು ದೊರೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ನೆಲದ ಕಣಗಳ ಮಧ್ಯೆ ತೂರಿಹೋಗುವ ನೀರು ಮಣ್ಣಿನ ಕಣಗಳ ಸುತ್ತ ಆವರಿಸಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ನೀರು ಆವರಣಗೊಂಡಿರುವ ವಸ್ತುವಿನೊಂದಿಗೆ ನಿಕಟವಾದ ಸಂಬಂಧ ಪಡೆದಿರುವುದರಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸುವುದು ಕಷ್ಟ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ನೀರನ್ನು ಬೇರು ಸುಲಭವಾಗಿ ಚೂಷಿಸಲಾರದು. ನೀರು ಬೇರುಗಳ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಗೆ ಒಳಗಾಗಿರುವುದರಿಂದ ತಕ್ಷಣ ನೆಲದಲ್ಲಿ ಆಳವಾಗಿ ಇಳಿದುಬಿಡುವುದರಿಂದ ಅಲಭ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಅಂಶ ಮಣ್ಣಿನ ಕಣಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಸ್ಥಿತವಾಗಿರುವಂಥ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಅವಕಾಶಗಳಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿ ಸ್ಥಿತವಾಗಿರುವಂಥ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಅವಕಾಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿಗೆ ಲೋಮನಾಳೀಯ ನೀರು ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇಂಥ ನೀರನ್ನು ಮಾತ್ರ ಬೇರುಗಳು ಚೂಷಿಸಬಲ್ಲವು. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ರೋಮ ಬೇರುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪೆಕ್ಟಿನ್ ಎಂಬ ವಸ್ತುವಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮಣ್ಣಿನ ಕಣಗಳೊಂದಿಗೆ ಬೇರು ಬಿಗಿಯಾಗಿ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಬೇರುಗಳು ಕ್ರಮೇಣ ಕಣಗಳ ಸುತ್ತವಿರುವ ನೀರಿನೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕ ಪಡೆಯುತ್ತದೆ.

ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಚೂಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಗೆ: (1) ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ ಚೂಷಣೆ (Passive Absorption) (2) ಸಕ್ರಿಯ ಚೂಷಣೆ (Active Absorption)

ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ ಚೂಷಣೆ: ಸಸ್ಯದ ಸಹಜಕ್ರಿಯೆಯಾದ ಬಾಷ್ಪ ವಿಸರ್ಜನೆಯು ತೀವ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವಾಗ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಂದ ನೀರು ಆವಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೊರದೂಡಿದಾಗ, ಆ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನ ಸಾರತೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ವಿಸರಣ ಸಂಮರ್ದ ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಈ ಜೀವಕೋಶಗಳ ವಿಸರಣ ಸಂಮರ್ದ ಕೊರೆ ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವ ಕ್ಸೈಲಮ್ ಕೋಶಗಳಿಂದ ನೀರು ಕೊರೆಯುಂಟಾಗಿರುವಂಥ ಪ್ರದೇಶದ—ಜೀವಕೋಶಗಳ—ಕಡೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ನೀರು ಚಲಿಸುವಾಗ ನೀರಿನ ಆಕರ್ಷಣೆಯು ಬೇರಿನಿಂದ ಸಸ್ಯದ ತುದಿಯವರೆಗೂ ಇರುತ್ತದೆ ; ಅಲ್ಲದೆ ನೀರು ಬೇರಿನಿಂದ ಮೀಸೊಫಿಲ್ ಕೋಶಗಳ ವರೆಗೆ ಚಲಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ರೀತಿಯ ಚೂಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆ ಪ್ರಮುಖಪಾತ್ರವಹಿಸುವುದೆಂದೂ ಇತರ ಭಾಗಗಳ ಪಾತ್ರ ಗೌಣವೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಸಕ್ರಿಯ ಚೂಷಣೆ : ಇದರಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಗೆ : (1) ಅಭಿಸರಣಾ ವಿಧಾನ (2) ಭಿನ್ನ ವಿಧಾನ.

ಅಭಿಸರಣಾ ವಿಧಾನ : ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಚೂಷಣ ಕಾರ್ಯವು ಬೇರಿನ ಕವಚದಂತಿರುವ ಪದರ ಎಪಿಬ್ಲೆಮಾ ಮತ್ತು ಬೇರು ರೋಮಗಳ ವಲಯದಿಂದ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಕ್ಸೈಲಮ್ ಅಂಗಾಂಶದ ಕಡೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗುವಾಗ ಜೀವ ಕೋಶದಲ್ಲಿನ ಲವಣಗಳ ಸಾರತೆ ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಈ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಅಭಿಸರಣಾ ಸಂಮರ್ದವೂ ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗಿ ಒಂದು ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಅಭಿಸರಣಾ ಸಂಮರ್ದ ಸ್ತರ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಸ್ತರ ಉಂಟಾದಾಗ ನೀರು ಎಪಿಬ್ಲೆಮಾ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿರುವ ಕೋಶದಿಂದ ಸನಿಹದಲ್ಲಿರುವ ಕೋಶಕ್ಕೆ ಹಂತಹಂತವಾಗಿ ಚಲಿಸಿ ಕ್ಸೈಲಮ್ ವಲಯವನ್ನು ತಲಪುತ್ತದೆ. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಎಪಿಬ್ಲೆಮಾ ಪದರದ ಜೀವಕೋಶಗಳು ಉಸಿರಾಟದಿಂದ ಗಳಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಲವಣಗಳನ್ನು ಚೂಷಿಸುತ್ತವದಲ್ಲದೆ, ಒಳಗಿನ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಲವಣಗಳು ಸಾಗಣೆಯಾಗಿ ಕೊನೆಗೆ ಸ್ಟೀಲ್ ವಲಯದ ಜೀವ ಕೋಶಗಳನ್ನು ತಲಪುತ್ತವೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆ ಅವ್ಯಾಹತವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರು ವಂತೆ ಸ್ಟೀಲ್ ವಲಯದ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ಲವಣಗಳ ಸಾರತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಪ್ರಮಾಣ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಉಸಿರಾಟ ಮಂದಗತಿ ಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಲವಣಗಳನ್ನು ಶೇಖರಿಸಿಡಲು ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕವಾಗಿ ಬೇಕಾಗುವಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಸ್ಟೀಲ್ ವಲಯದ ಜೀವಕೋಶಗಳು ನಿರ್ವಾಹ ವಿಲ್ಲದೆ ಕ್ಸೈಲಮ್‌ನಲ್ಲಿ ನಳಿಕೆಯಾಳಕ್ಕೆ ಲವಣಗಳನ್ನು ತ್ಯಜಿಸುತ್ತವೆ. ನೀರು ಮುಂದೆ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗುವುದರಿಂದ ಕ್ಸೈಲಮ್‌ನಲ್ಲಿ ಲವಣಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬೇರಿನ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಹೊರವಲಯ ದಿಂದ ಕೇಂದ್ರವಲಯದೆಡೆಗೆ ಹೋದಂತೆ ಅಭಿಸರಣಾಸಾಂದ್ರತೆಯ ಸ್ತರ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗು ವುದರಿಂದ, ಇದನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿ ನೀರು ಬೇರಿನ ಹೊರಪದರದ ವಲಯದಿಂದ ಒಳ ವಲಯಕ್ಕೆ ಅಭಿಸರಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯ ಜೊತೆಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ನೀರು ಮಣ್ಣಿನಿಂದ ಚೂಷಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಬಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಬೇರಿನ ಪಾತ್ರ ಬಹು ಮಹತ್ವವುಳ್ಳದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯದಿಂದ ಬೇರಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಸಂಮರ್ದ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಸಂಮರ್ದಕ್ಕೆ ಬೇರಿನ ಸಂಮರ್ದ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇಲ್ಲಿ ಜೀವಕೋಶಗಳು ಲವಣಗಳನ್ನು ಚೂಷಿಸಿ ತಮ್ಮ ಅಭಿಸರಣಾ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಮಾತ್ರ ಪರೋಕ್ಷವಾಗಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಳಸಿಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ನೀರಿನ ಚೂಷಣೆ ಮತ್ತೊಂದು ಬಗೆಯಲ್ಲಿಯೂ ನಡೆಯಬಹು ದಾಗಿದೆ. ಇದು ಅಭಿಸರಣಾ ವಿಧಾನದಿಂದ ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನೀರು ತನ್ನ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಸ್ತರಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧ ಗತಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುದರಿಂದ ಇದನ್ನು 'ಭಿನ್ನ ವಿಧಾನ' ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಬಗೆಯ ನೀರಿನ ಚಲನೆಗೆ ಶಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆ ನೇರವಾಗಿ ಆಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಪರಿಸರದ ಹಲವಾರು ಅಂಶಗಳು ನೀರಿನ

ಚೂಷಣೆಯ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಪೈಕಿ ನಾಲ್ಕು ಅಂಗಗಳ ಪ್ರಧಾನವಾದವು :

(1) ಮಣ್ಣಿನ ಉಷ್ಣತೆ (2) ಮಣ್ಣಿನ ದ್ರಾವಣದ ಸಾಂದ್ರತೆ (3) ನೆಲದಲ್ಲಿರುವ ಗಾಳಿ (4) ನೀರಿನ ಲಭ್ಯತೆ.

ಮಣ್ಣಿನ ಉಷ್ಣತೆ: ನೀರಿನ ಚೂಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಮಣ್ಣಿನ ಉಷ್ಣತೆ ಮುಖ್ಯವಾದುದು. ಅದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದರೆ ನೀರು ಹೆಚ್ಚು ಸ್ನಿಗ್ಧ–ನವಿರು–ವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕೋಶದ್ರವ್ಯದ ಪಾರಗಮ್ಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ, ಬೇರಿನ ಹುಲುಸು ಬೆಳೆವಣಿಗೆ ಕುಂಟಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ನೀರಿನ ಚೂಷಣೆ ಕಾರ್ಯ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಕುಂಟಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಮಣ್ಣಿನ ದ್ರಾವಣದ ಸಾಂದ್ರತೆ: ನೀರು ಬೇರಿನೊಳಕ್ಕೆ ಸರಾಗವಾಗಿ ಅಭಿಸರಣೆಗೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ಮಣ್ಣಿನ ದ್ರಾವಣದ ಅಭಿಸರಣಾ ಸಾಂದ್ರತೆ ಕಡಿಮೆ ಇರಬೇಕು. ಈ ಸಾಂದ್ರತೆ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಷ್ಟು ಒಳಿತು. ಮಣ್ಣಿನ ದ್ರಾವಣದ ಅಭಿಸರಣಾ ಸಾಂದ್ರತೆ ಬೇರಿನ ದ್ರಾವಣದ ಸಾಂದ್ರತೆಗಿಂತ ಅಧಿಕವಾಗಿದ್ದರೆ, ಬೇರಿನೊಳಗಿರುವ ನೀರು ಹೊರಸೂಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.

ನೆಲದಲ್ಲಿರುವ ಗಾಳಿ: ನೆಲದಲ್ಲಿ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಅಂಶವಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ನೀರಿನ ಚೂಷಣೆ ಕಾರ್ಯ ಚೆನ್ನಾಗಿ ನಡೆಯಬಲ್ಲದು. ಮಳೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಲೋ ಅಥವಾ ಕೃತಕವಾಗಿ ನೀರು ಹಾಯಿಸುವುದರಿಂದಲೋ ನೆಲದ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಪ್ರಮಾಣ ಕಡಿಮೆಯಾಗಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಬೇರಿನ ಬೆಳೆವಣಿಗೆ ಹಾಗೂ ಹಲವು ಬಗೆಯ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಕುಂಠಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಸಸ್ಯದ ಮೇಲೆ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಬಿಸಿಲು ಬಿದ್ದರೆ ನೀರಿನ ಚೂಷಣ ಪ್ರಮಾಣವು ಕಡಿಮೆಯಾಗಬಹುದು. ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ ಉಸಿರಾಟ ಕ್ರಿಯೆಯು ಕ್ಷೀಣಗೊಂಡರೆ ಲವಣಗಳನ್ನು ಹೀರಿ, ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಅಭಿಸರಣಾ ಸಾರತೆಯನ್ನು ಅಧಿಕಗೊಳಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವೂ ಕುಂಟಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ನೀರಿನ ಲಭ್ಯತೆ: ನೆಲದಲ್ಲಿರುವ ನೀರು ಹಲವು ರೂಪಗಳಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲ ಬಗೆಯ ನೀರು ಬೇರಿಗೆ ಬೇಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ನೀರು ಭೂಮಿಯ ಕಲಿಲಗಳ ಸುತ್ತ ತೆಳು ಪದರಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ನೀರು ಆಯಾ ಕಲಿಲವಸ್ತುಗಳೊಂದಿಗೆ ನಿಕಟವಾದ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಇಂಥ ನೀರು ಬೇರಿನ ಚೂಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ನಿಷ್ಪ್ರಯೋಜಕ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಬಗೆಯ ನೀರು ಬೇರಿಗೆ ಅಲಭ್ಯ. ನೀರಿನ ಕೊಂಚಭಾಗ ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಗೆ ಒಳಗಾಗಿ ಆಳವಾಗಿ ಇಳಿದು ಹೋಗಿ ಬಿಡುತ್ತದೆ. ಬೇರುಗಳು ಈ ನೀರನ್ನು ಚೂಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಕೊಳ್ಳುವ ಮೊದಲೇ ಕೆಳಕ್ಕಿಳಿದು ಹೋಗು

ವುದರಿಂದ ಇದೂ ಕೂಡ ಅಲಭ್ಯ. ನೀರಿನ ಅಂಶ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಮಣ್ಣಿನ ಕಣಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಲೋಮನಾಳೀಯ ಅವಕಾಶಗಳಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ನೀರನ್ನು ಮಾತ್ರ ಬೇರುಗಳು ಚೂಷಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಈಗ ಒಂದು ಮಾತು ಸ್ಪಷ್ಟ: ನೀರಿನ ಲಭ್ಯತೆ ಎಂದರೆ ನೆಲದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ನೀರಿದೆ ಎಂಬುದಲ್ಲ, ಅದು ಯಾವ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯ ಎಂಬುದು ಮುಖ್ಯ.

ಲವಣಗಳ ಚೂಷಣೆ: ಸಸ್ಯದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಲವಣಗಳು ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ. ಸಸ್ಯಗಳ ದೇಹಪೋಷಣೆಗೆ ಬೇಕಾಗುವಂಥ ಎಲ್ಲ ಲವಣಗಳೂ ಮಣ್ಣಿನಿಂದಲೇ ಪೂರೈಕೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಲವಣಗಳು ಸಸ್ಯದೇಹವನ್ನು ಹೇಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಅನೇಕ ಊಹಾಪೋಹಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳ ಪೈಕಿ ಅತ್ಯಂತ ಜನಪ್ರಿಯವಾದ ನಂಬಿಕೆಗಳಿವು: (1) ಬೇರುಗಳು ಚೂಷಿಸುವ ನೀರಿನೊಂದಿಗೆ ಲವಣಗಳೂ ಒಳಹೋಗುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು. (2) ನೀರು ಸಸ್ಯದೇಹದಲ್ಲಿ ಮೇಲೇರಿದಂತೆ ಲವಣಗಳೂ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಸಾಗಿ ಸಸ್ಯದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಪೂರೈಕೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಎಂಬುದು ಇತ್ತೀಚಿನ ನಂಬಿಕೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಲವಣಗಳ ಚೂಷಣೆ ಕಾರ್ಯವು ನೀರಿನ ಚೂಷಣೆಯಲ್ಲಿದ್ದಂತೆ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ ಹಾಗೂ ಸಕ್ರಿಯ ಎಂಬ ಎರಡು ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ನಡೆಯುತ್ತದೆ ಎಂದೂ ಅದು ಅಯಾನುಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯದೇಹವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಅಯಾನಿನ ಚೂಷಣೆ ಇನ್ನೊಂದರ ಚೂಷಣೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿಲ್ಲ ಎಂಬುದು ಗಮನಾರ್ಹವಾದುದಾಗಿದೆ. ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ ಚೂಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರಲ್ಲಿ ಕನಿಷ್ಠ ಪಕ್ಷ ಮೂರು ವಿಧಾನಗಳಿವೆ ಎಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ: (1) ಬಾಹ್ಯ ಅವಕಾಶದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ (2) ಅಯಾನುಗಳ ವಿನಿಮಯ (3) ಸಾಮೂಹಿಕ ಪ್ರವಾಹದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ.

ಬಾಹ್ಯ ಅವಕಾಶದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ: ಜೀವಕೋಶದ ಕೆಲವು ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಅಯಾನುಗಳ ವಿಸರಣ ಕ್ರಿಯೆ ಯಾವ ಅಡೆತಡೆಗಳಿಲ್ಲದೆ ನಡೆಯಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಒಂದು ಜೀವಕೋಶವನ್ನು ಒಮ್ಮೆಗೇ ಅಧಿಕ ಲವಣ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ದ್ರಾವಣದ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿರುವ ಲವಣಗಳ ಅಯಾನುಗಳು ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿತವಾಗಿರುವಂಥ ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರದೇಶದ ಮೂಲಕ ಜೀವಕೋಶವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತವೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಅದೇ ಜೀವಕೋಶವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಲವಣ ಸಾರತೆಯಿರುವ ದ್ರಾವಣಕ್ಕೆ ಬದಲಾಯಿಸಿದಾಗ ಜೀವಕೋಶವನ್ನು ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಮೂಲಕ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಅಯಾನುಗಳ ಅದೇ ಪ್ರದೇಶದ ಪ್ರವೇಶಗಳ ಮೂಲಕ ಹೊರಬರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಅಯಾನುಗಳು ಜೀವಕೋಶದ ಒಳಗೂ ಹೊರಗೂ ಯಾವ ಅಡತಡೆಯಿಲ್ಲದೆ ವಿಸರಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ವಿಸರಿತಗೊಳ್ಳುವ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಬಾಹ್ಯ ಅವಕಾಶ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಸಸ್ಯವು ಇಂಥ ಅವಕಾಶಗಳ ಮೂಲಕತನಗೆ ಅವಶ್ಯಕವಾಗಿ ಬೇಕಾದ ಲವಣಗಳನ್ನು ಚೂಷಿಸುತ್ತದೆ

ಎಂದು ನಂಬಿಕೆ. ಇಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಂಶ ಗಮನದಲ್ಲಿಡಬೇಕು ; ಈ ಬಗೆಯ ಚೂಷಣಾ ಕಾರ್ಯವು ಪರಿಸರದಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತ ವಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಅಯಾನುಗಳ ವಿನಿಮಯ : ಬೇರಿನಲ್ಲಿರುವ ಬೇರುರೋಮ, ಎಪಿಬ್ಲೆಮಾ ಪದರದ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ತಮ್ಮ ಭಾಗದ ಕೋಶಭಿತ್ತಿಯ ವಲಯದಲ್ಲಿ ಧನ ಮತ್ತು ಋಣ ಅಯಾನುಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ. ಕೋಶದ ಹೊರ ವಲಯದಲ್ಲಿಯೂ ಅಂದರೆ ಬಾಹ್ಯ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿಯೂ ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ಧನ ಮತ್ತು ಋಣ ಅಯಾನುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಒಳ ಹಾಗೂ ಹೊರ ಅಯಾನುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ವಿನಿಮಯ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದರ ಮೂಲಕ ಲವಣಗಳನ್ನು ಚೂಷಿಸುವುದು ಅತ್ಯಂತ ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿ ತಿಳಿದಿರುವ ವಿಧಾನ. ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯಿಂದ ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡಬಹುದು. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಜೀವಕೋಶದ ಪೊರೆಯ ಮೇಲೆ-ಹೈಡ್ರೋಜನ್-ಧನ ಅಯಾನುಗಳು ಸ್ಥಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಅಯಾನುಗಳನ್ನೂ ಜೀವಕೋಶ ಹೊರಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ತಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗುವುದರಿಂದ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಮತೋಲನೆಯು ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. (ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಮತೋಲನ ಸಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ.) ಈಗ ಸಮತೋಲನವನ್ನು ಕಾಯ್ದುಕೊಳ್ಳಲು ಹೊರಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಧನ-ಪೊಟಾಸಿಯಂ-ಅಯಾನುಗಳನ್ನು ಜೀವಕೋಶ ಗ್ರಹಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ಅಯಾನುಗಳ ವಿನಿಮಯ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಋಣ ಅಯಾನುಗಳ ವಿನಿಮಯವೂ ನಡಯುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ವಿನಿಮಯದಿಂದ ಜೀವಕೋಶದ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಮತೋಲನೆಯೂ ಉಳಿಯುವುದಲ್ಲದೆ ವಿವಿಧ ಬಗೆಯ ಅಯಾನುಗಳ ಚೂಷಣೆಯೂ ನಡೆಯುತ್ತದೆ.

ಸಾಮೂಹಿಕ ಪ್ರವಾಹದ ಕಲ್ಪನೆ: ಬೇರುಗಳು ಚೂಷಿಸುವ ನೀರಿನೊಂದಿಗೆ ಲವಣಗಳೂ ಅಯಾನುಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಒಳಪ್ರವೇಶಿಸುವುದು ಎಂಬುದೇ ಈ ವಿಧಾನದ ಒಳತಿರುಳು. ಈ ಕಲ್ಪನೆಗೆ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನಾಕ್ರಿಯೆ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಸಹಕಾರಿ. ಬಾಷ್ಪ ವಿಸರ್ಜನೆಯಾಗುವುದರಿಂದ ನೀರು ಕ್ಸೈಲಮ್ ನಾಳಗಳ ಮೂಲಕ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಸೆಳೆಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ನೀರಿನೊಂದಿಗಿರುವ ಅಯಾನುಗಳೂ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಚಲನೆ ಅವ್ಯಾಹತವಾಗಿ ನಡೆಯುವುದರಿಂದ ಬೇರಿನ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಅಯಾನುಗಳ ಸಾರತೆ ಕ್ಷೀಣಗೊಂಡು ಬಾಹ್ಯಪರಿಸರದಿಂದ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಅಯಾನುಗಳು ಸಸ್ಯದೇಹವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತವೆ.

ಸಕ್ರಿಯ ಚೂಷಣೆ : ಸಕ್ರಿಯ ಚೂಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿಯು ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆ ಹೊಂದುವಂಥ ಶಕ್ತಿ ಎಂದೂ ಲವಣಗಳ ಚೂಷಣೆಗೆ ಇದು ಆವಶ್ಯಕವೆಂದು ಈಗ ತಿಳಿದಿದೆ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಾರತೆಯುಳ್ಳ ಲವಣಗಳ ದ್ರಾವಣಗಳಲ್ಲಿ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಮುಳುಗಿಸಿಟ್ಟಾಗ ಅವು ಆ ಲವಣಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ಭಾವನೆಗೆ ಅನೇಕ ನಿದರ್ಶನ

ಗಳಿರುವುದರಿಂದ ಸಕ್ರಿಯ ಚೂಷಣೆ ಎಂಬ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಉದಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಬಗೆಯ ಚೂಷಣೆ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಶಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆ ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕವೆಂದೂ, ಮತ್ತಾವ ವಿಧಾನಗಳಿಂದಲೂ ಅದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲವೆಂದು ತಿಳಿಯಲಾಗಿದೆ. ಹೋಗ ಲ್ಯಾಂಡ್ ಎಂಬುವರು ಈ ಚೂಷಣೆಯ ಕಾರ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ನೈಟೆಲ್ಲ ಮತ್ತು ವ್ಯಾಲೋ ನಿಯಾ ಎಂಬ ಎರಡು ಆಲ್ಗೆಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ ಈ ಭಾವನೆಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಗೆಯ ಅಡ್ಡಿಕಾರಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸಕ್ರಿಯ ಚೂಷಣೆಗೆ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆ ಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿ ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ ಎಂಬ ನಂಬಿಕೆ ಬಲಗೊಂಡಿದೆ.

ಸಕ್ರಿಯ ಚೂಷಣೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಹಲವಾರು ವಿಧಾನಗಳಿವೆ. ನೀರು ಮತ್ತು ಇತರ ದ್ರಾವಣಗಳ ಚೂಷಣೆ ಬೇರುಗಳಿಂದ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಎಲೆಗಳಿಂದಲೂ ಆಗ ಬಹುದು. ಈ ಬಗೆಯ ಚೂಷಣೆಗೆ ಎಲೆಗಳ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಕ್ಯೂಟಿಕಲ್ ಪದರ ತೆಳುವಾಗಿರಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಚೂಷಿತವಾದ ನೀರು ಎಲೆಗಳಿಂದ ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ.

ಬಾಷ್ಪ ವಿಸರ್ಜನೆ: ಸಸ್ಯಗಳು ನೆಲದಿಂದ ನೀರನ್ನು ತಮಗೆ ಬೇಕಾಗಿರು ವುದಕ್ಕಿಂತ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಚೂಷಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ನೀರು, ಬೇರುರೋಮ ಗಳಿಂದ ಬೇರಿಗೂ ಹಾಗೂ ಕಾಂಡದ ಮೂಲಕ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಚಲಿಸಿ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಎಲೆ ಗಳಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಮತ್ತು ಇತರ ಚಯಾಪಚಯ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ವಿನಿಯೋಗಿ ಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ವಿನಿಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವ ನೀರಿನ ಪ್ರಮಾಣ ಚೂಷಿತಗೊಳ್ಳುವ ನೀರಿನೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಅತ್ಯಲ್ಪ. ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಉಳಿಯುವಂಥ ನೀರು ಎಲೆ ಮತ್ತು ಕಾಂಡಗಳ ಮೂಲಕ ಆವಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯದಿಂದ ಹೊರದೂಡಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಆವಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ನೆಲದ ಮೇಲಿರುವ ಸಸ್ಯಭಾಗಗಳಿಂದ ಹೊರಬರುವ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ನೆಲದ ಮೇಲಿರುವ ಬೇರುಗಳಿಂದಲೂ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಯಾಗಬಹುದು.

ಬಾಷ್ಪ ವಿಸರ್ಜನೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಮೂರು ಬಗೆ : (1) ಸ್ಟೊಮೇಟಾದ ಬಾಷ್ಪ ವಿಸರ್ಜನೆ (2) ಕ್ಯೂಟಿಕಲ್‌ನ ಬಾಷ್ಪವಿಶರ್ಜನೆ (3) ಲೆಂಟಿಸೆಲ್‌ನ ಬಾಷ್ಪ ವಿಸರ್ಜನೆ.

ಸ್ಟೊಮೇಟಾದ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಯು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸ್ಟೋಮೊಗಳ ಮುಖಾಂತರ ಆಗುತ್ತದೆ. ಕ್ಯೂಟಿಕಲ್‌ನ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಯ ಮತ್ತು ಎಳೆಯ ಕಾಂಡಗಳ ಎಪಿಡರ್ಮಿಸ್ ಮೇಲಿನ ಕ್ಯೂಟಿಕಲ್ ಪದರದ ಮೂಲಕ ನೀರು ಆವಿಯಾಗಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ತೊಗಟೆಯಲ್ಲಿ ಲೆಂಟಿಸಲ್ ಎಂಬ ತೆರಪುಗಳ ಮೂಲಕ ನೀರು ಆವಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೊರದೂಡಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಲೆಂಟಿಸೆಲ್‌ನ ಬಾಷ್ಪ ವಿಸರ್ಜನೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಸ್ಟೋಮೇಟಗಳು

ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನಾ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಬಹು ಪ್ರಮುಖವಾದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಹಗಲಲ್ಲಿ ಈ ಸ್ಟೋಮೇಟಾಗಳು ತೆರೆದಿದ್ದು ರಾತ್ರಿಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡಿರುವುದು ಇದರ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯ. ಈ ಬಗೆಯ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಾಪು ಜೀವಕೋಶಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ರಚನೆ ಹಾಗೂ ಶರೀರ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿವೆ.

ಸ್ಟೋಮೇಟಾದ ರಚನೆ : ಸ್ಟೋಮೇಟಾಗಳು ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಎಪಿಡರ್ಮಿಸ್ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ತೆರಪಿನ ಆಕಾರದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಬಗೆಯ ತೆರಪುಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹಸಿರಾಗಿರುವಂಥ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಸಸ್ಯದ ದೇಹಭಾಗದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಈ ಸ್ಟೋಮೇಟಾಗಳು ಹರಡಿಕೊಂಡಿದ್ದರೂ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಡಾರ್ಸಿವೆಂಟ್ರಲ್ ಎಲೆಗಳ ತಳದ ಎಪಿಡರ್ಮಿಸಿನಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ–ಕಮಲದ ಹೂವಿನ ಸಸ್ಯ–ಎಲೆಯ ಮೇಲ್ಭಾಗದ ಎಪಿಡರ್ಮಿಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಸ್ಟೋಮೇಟಾಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ–ಜಲಸಸ್ಯವಾದ ಪೊಟಾಮೊಜೆಟಾನ್–ಸ್ಟೋಮೇಟಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಸಮದ್ವಿಪಾರ್ಶ್ವ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ಎಪಿಡರ್ಮಿಸ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ ಸ್ಟೋಮೇಟಾಗಳು ಸಮಾನ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸ್ಟೋಮಾವೂ ಎರಡು ಅವರೆ ಬೀಜದಾಕಾರದ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಂದ ಸುತ್ತ ಆವರಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದು ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಬಾಯಿಯಂಥ ತೆರಪಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ತೆರಪನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಜೀವಕೋಶದ್ವಯಕ್ಕೆ ಸಾಮೂಹಿಕವಾಗಿ ಸ್ಟೋಮೇಟಾ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ತೆರಪಿನ ಸುತ್ತ ಆವರಿಸಿಕೊಂಡಿರುವ ಜೀವಕೋಶಕ್ಕೆ ಕಾಪುಜೀವಕೋಶವೆಂದು ಹೆಸರು. ಕಾಪು ಜೀವಕೋಶದ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿರುವ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಗೆ ಸಹಾಯಕ ಜೀವಕೋಶಗಳೆಂದು ಹೆಸರು.

ಕಾಪು ಜೀವಕೋಶಗಳು ಸಜೀವವಾಗಿದ್ದು ಕ್ಲೋರೊಪ್ಲಾಸ್ಟಗಳನ್ನೂ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಪಿಷ್ಟಕಣಗಳನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ತೆರೆಪಿನ ಕಡೆಯಿರುವಂಥ ಕಾಪು ಜೀವಕೋಶದ ಒಳ ಭಿತ್ತಿ ದಪ್ಪನಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೊರವಲಯದ ಭಿತ್ತಿ ತೆಳುವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕಾಪು ಜೀವಕೋಶಗಳು ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಚಲನೆಯನ್ನು ತೋರುವುದರಿಂದ ಸ್ಟೋಮಾ ತೆರೆಯುವಂತೆ ಮತ್ತು ಮುಚ್ಚುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಸ್ಟೋಮೇಟದ ಚಲನೆಯ ಸಂಯಂತ್ರ : ಹೆಚ್ಚಿನಂಶ ಸ್ಟೋಮಾ ರಂಧ್ರವು ಇರುಳಿನ ವೇಳೆ ಮುಚ್ಚಿದ್ದು ಹಗಲಿನ ವೇಳೆ–ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿರುವಾಗ–ತೆರೆದಿರುತ್ತದೆ. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಬೆಳಕಿರುವಾಗ ಹಾಗೂ ಆವಿಯ ವಿಸರ್ಜನೆ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವಾಗ ಸ್ಟೋಮಾ ಮುಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ. ಮೊದಲೇ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ಸ್ಟೋಮಾದ ತೆರೆಯುವ ಹಾಗೂ ಮುಚ್ಚುವ ಕ್ರಿಯೆ ಕಾಪು ಜೀವಕೋಶಗಳ ಚಲನೆಯಿಂದ ನಿಯಂತ್ರಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಚಲನೆಯು ಕಾಪು ಜೀವಕೋಶಗಳ ಸುತ್ತ ಸ್ಥಿತವಾಗಿರುವಂಥ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಅನಿಲದ

ಸಾರತೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿಯಲಾಗಿದೆ. ಹಗಲಿನಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವಾಗ ಕಾವು ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಸಕ್ಕರೆ ಸಂಶ್ಲೇಷಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆಗಾಗಿ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಉಪಯೋಗವಾಗಿ ಅದರ ಸಾರತೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಕಾವು ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲತೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ಅದರೊಳಗೆ ಸ್ಥಿತವಾಗಿರುವಂಥ ಕಿಣ್ವವೊಂದು ಕಾರ್ಯಶೀಲವಾಗಿ ಪಿಷ್ಟ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗುವುದರಿಂದ ಕಾವು ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಸಕ್ಕರೆಯ ಸಾರತೆ ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಕಾವು ಜೀವಕೋಶದೊಳಗೆ ಸುತ್ತಣ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಂದ ನೀರು ಅಭಿಸರಣ ಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲಕ ಒಳಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ. ಕಾವು ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ನೀರು ತುಂಬಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಅವು ಉಬ್ಬಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಉಬ್ಬುವುದರಿಂದ ಕಾವು ಕೋಶಗಳ ಒಳ ಭಿತ್ತಿಗಳಲ್ಲಿ ಸೆಳೆತವುಂಟಾಗಿ ಸ್ಟೋಮಾ ತೆರೆಯುತ್ತದೆ. ರಾತ್ರಿಯ ವೇಳೆ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಯುವುದಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್ ಸಂಗ್ರಹವಾಗುತ್ತ ಹೋಗಿ ಅದರ ಸಾರತೆ ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಕಾವುಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ, ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ಪಿಷ್ಟಪದಾರ್ಥವನ್ನಾಗಿ ಕಿಣ್ವದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗುವುದರಿಂದ ಈ ಕಾವು ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಸಕ್ಕರೆಯ ಸಾರತೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ, ತುಂಬಿಕೊಂಡಂಥ ನೀರು ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಬೇರೆ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಗೆ ಅಭಿಸರಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಕಾವುಜೀವ ಕೋಶಗಳು ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ಒಳಭಿತ್ತಿಯೂ ಸಂಕುಚಿತಗೊಂಡು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಸಮೀಪಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಸ್ಟೋಮಾ ಮುಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಸ್ಟೋಮೇಟಾಗಳ ರಂಧ್ರ ತೆರೆಯಲು ಮಾತ್ರ ಶಕ್ತಿಯ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿದೆ ಎಂದು ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ. ಕಾವು ಜೀವ ಕೋಶಗಳ ಸಂಯಂತ್ರದ ಬಗ್ಗೆ ಇಸ್ರೇಲ್ ಜೆಲಿಚ್ ಹಾಗೂ ಅವರ ಸಂಗಡಿಗರು ವಿಪುಲವಾಗಿ ಅಭ್ಯಾಸ ನಡೆಸಿದ್ದಾರೆ. ಹಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ಕ್ರಿಯೆಯ ಆರಂಭಿಕ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಗ್ಲೈಕೋಲಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯೊಂದಿಗೆ ಸ್ಟೋಮೇಟಾಗಳು ತೆರೆಯುವ ಹಾಗೂ ಮುಚ್ಚುವ ಕ್ರಿಯೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದೆ ಎಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ; ಅಲ್ಲದೆ ಕಾವು ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಪಡೆಯುವಂಥ ಹಾಗೂ ಸ್ಥಿತವಾಗಿರುವಂಥ ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಸಾರತೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವುದೆಂದು ಈಗ ಹೆಚ್ಚು ಖಚಿತವಾಗಿ ತಿಳಿದಿರುವಂಥ ಅಂಶ. ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳೂ ಕಾವು ಜೀವಕೋಶಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯಲಾಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ.— ಅಬ್ಸಿಸಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಎಂಬ ಹಾರ್ಮೋನು ಮುಚ್ಚುವಂತೆಯೂ, ಸೈಟೋಕೈನಿನ್ ಎಂಬ ಹಾರ್ಮೋನು ತೆರೆಯುವಂತೆಯೂ ಪ್ರೇರೇಪಿಸುತ್ತವೆ.

ವಿಪುಲವಾಗಿ ನಡೆಸಿರುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳು

ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲು ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕವೆಂಬ ಅಂಶ ಖಚಿತವಾಗಿದೆ. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಬಿಳಿಚಿಕೊಂಡ (Etiolated) ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕಾವು ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಅಂಶ ಕಾಣೆಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಭಾವದಲ್ಲಿಯೂ ಕೂಡ ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲತೆ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಯು ವಂಥ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿಯೂ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸ್ಥಗಿತಗೊಳಿಸುವಂಥ ಸ್ಥಗಿತಕಾರಿ ವಿಷವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗೆ, ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳ ಚಲನೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವೂ ಸ್ಥಗಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ--ಅಂದರೆ ಕ್ರಾಸುಲೇಸಿಯನ್ ಸಸ್ಯ ಗಳಲ್ಲಿ–ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳು ರಾತ್ರಿಯ ಹೊತ್ತು ತೆರೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಚಲನೆ ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಭಾಗವಹಿಸುವುದಾದರೂ ಪ್ರಧಾನ ವಾಗಿ ಮುನ್ನಾದಿನ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ನಡೆದಂಥ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಿತ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಅನುಗುಣ ವಾಗಿದ್ದು ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಸಾಂದ್ರತೆ ಹಾಗೂ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಮಾಣ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ದರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ ಎಂದ ಹಾಗಾಯಿತು. ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳ ಚಲನೆ ಅಭಿವಿಸರಣಾ ನಿಯಂತ್ರಕಗಳಿಂದಲೂ (Osmotic regulator) ಪ್ರಭಾವಿತಗೊಂಡಿವೆ. ಬೆಳಕಿನ ಹಾಗೂ ರಾತ್ರಿಯ ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಕಾವು ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವಂಥ pH ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ನಿಯಮಿತವಾಗಿ ಗಮನಿಸಲಾಗಿದೆ. ಹೆಚ್ಚು pH (ಕ್ಷಾರೀಯ) ಹಾಗೂ ಕಡಿಮೆ pH (ಆಮ್ಲೀಯ) ಪಡೆದಿರುವಂಥ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ತೇಲುವಂಥ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸ್ಟೊಮೇಟಾ ಗಳ ತೆರೆಯುವಿಕೆ ಹಾಗೂ ಮುಚ್ಚುವಿಕೆಯನ್ನು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಗಮನಿಸಿರುವುದರಿಂದ ಹಲವಾರು ಅಂಶಗಳು ವ್ಯಕ್ತವಾಗಿವೆ. ಹಲವಾರು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದಿನಿಂದಲೂ pH ನಿಂದ ಪಿಷ್ಟ ಪದಾರ್ಥದ ಫಾಸ್ಫಾರಿಲೇಸ್ ಕ್ರಿಯೆ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ತಿಳಿದಿತ್ತು.

ಫಾಸ್ಫರಿಲೇಸ್

ಅಧಿಕ pH

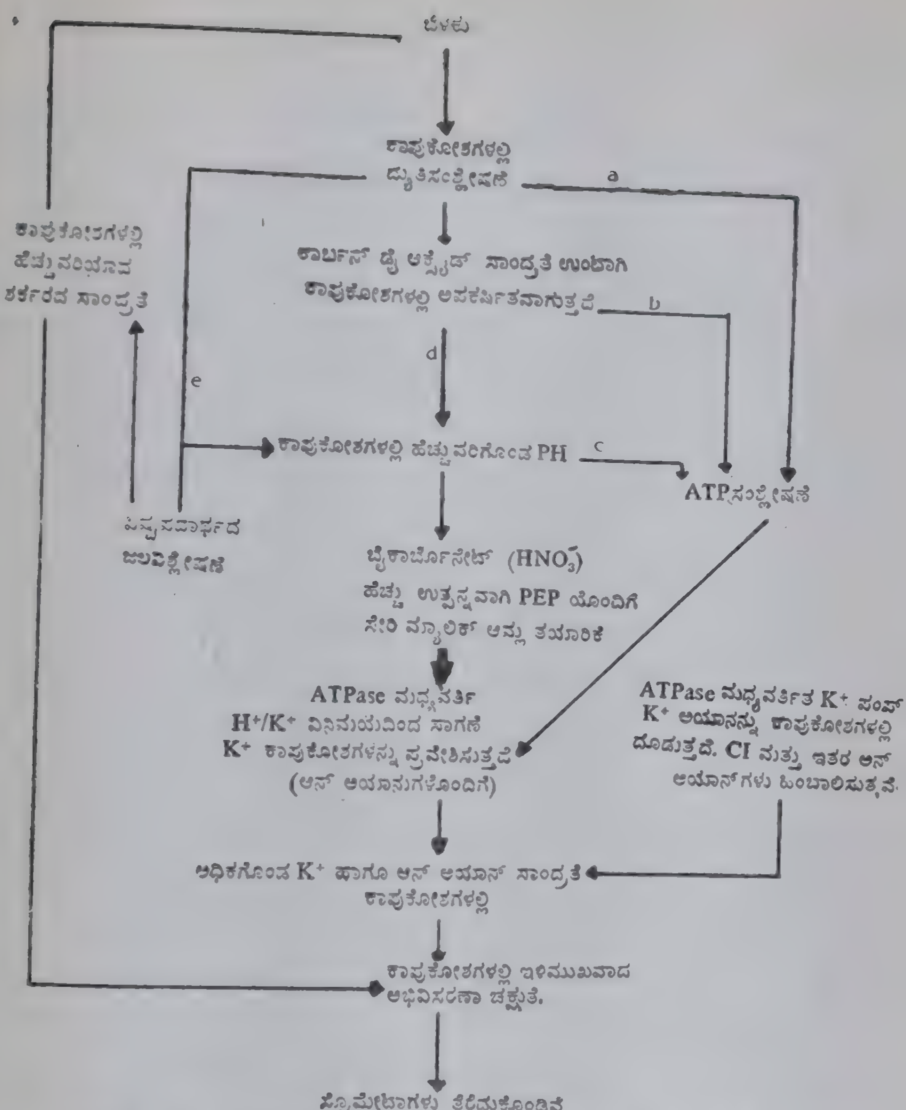
ಪಿಷ್ಟ ಪದಾರ್ಥ + ಫಾಸ್ಫರಸ್ $\rightleftharpoons$ ಗ್ಲೂಕೋಸ್—1—ಫಾಸ್ಫೇಟ್ $\rightleftharpoons$ ಹೆಕ್ಸೋಸ್

ಕಡಿಮೆ pH [ಶರ್ಕರ + ಫಾಸ್ಫರಸ್

ಹೆಚ್ಚು ಕ್ಷಾರೀಯ ಸ್ಥಿತಿಯು ಪಿಷ್ಟಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಹೈಡ್ರೊಲಿಸಿಸ್ ಹೊಂದಲು ಅನುಗೊಳಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೊಂದಿದ್ದರೆ, ಆಮ್ಲೀಯ ಸ್ಥಿತಿಯು ಪಿಷ್ಟಪದಾರ್ಥದ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಸಹಕರಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಇದರಿಂದ ಅಧಿಕ pH ಅಥವಾ ಕಡಿಮೆ pH ನಿಂದ ಅಭಿವಿಸರಣಾ ಚಕ್ಷುತೆ (Osmotic Potential) ಇಳಿಮುಖ ಅಥವಾ ಅಧಿಕ ಗೊಳ್ಳುತ್ತಿತ್ತು. ಅಲ್ಲದೆ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಜಲ ಚಕ್ಷುತೆ (Water Potential) ಇದ್ದಾಗ ಪಿಷ್ಟ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಕಾಣೆಯಾಗಿ, ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳು ಮುಚ್ಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದವು. ಸಾಧಾರಣ ವಾಗಿ ತೆರೆದಂಥ ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳಲ್ಲಿ ಪಿಷ್ಟಪದಾರ್ಥವು ಕಾವು ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುತ್ತಿತ್ತು.

ಈ ಬಗೆಯ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಅಂಶಗಳು ಮೂಲಭೂತವಾಗಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದ 'ಸಿದ್ಧಾಂತ'ಕ್ಕೆ ತಳಹದಿಯಾಯಿತು. ಪಿಷ್ಟಪದಾರ್ಥ ಫಾಸ್ಫಾರಿಲೇಸ್ ಮೇಲೆ pH ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ ಎಂಬ ಅಂಶವೇ ಅದಾಗಿತ್ತು. ಕಡಿಮೆ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯು (ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಉತ್ಪನ್ನ) ಅಧಿಕ pHಗೆ ದಾರಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ. (ಇಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಪ್ರಮಾಣ ಕಾರ್ಬಾನಿಕ್ ಆಮ್ಲದೊಂದಿಗೆ ಸರಿದೂಗುವುದರಿಂದ). ಇದರಿಂದ ಪಿಷ್ಟಪದಾರ್ಥದ ಜಲವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ (ಹೈಡ್ರೋಲಿಸಿಸ್) ಗ್ಲೂಕೋಸ್ ಎಂಬ ಶರ್ಕರ ತಯಾರಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ತಯಾರಿಕೆ ನಡೆಯುವಾಗ ಅಭಿಸರಣೆ (Osmotic) ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಕಾಪು ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ನೀರು ಚಲಿಸಿ ಸಂಗ್ರಹಗೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳು ತೆರೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಕತ್ತಲಲ್ಲಿ ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆ ವಿರುದ್ಧ ಗತಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆ ಸ್ಥಗಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ, ಇದರಿಂದ ಉಸಿರಾಟದ ಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲಕ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಹಾಗೂ ಕಾರ್ಬಾನಿಕ್ ಆಮ್ಲ ($H_2 Co_3$)ದ ಸಾಂದ್ರತೆ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಬರುವುದರಿಂದ pH ಇಳಿಮುಖವಾಗುತ್ತದೆ. ಶರ್ಕರ ಪಿಷ್ಟಪದಾರ್ಥವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಅಭಿಸರಣಾ ಚಕ್ಷುತೆ (Osmotic Potential) ಅಧಿಕಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳು ಮುಚ್ಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಕಾಪು ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಶರ್ಕರವು ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಅಭಿಸರಣ ಚಕ್ಷುತೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಬಲ್ಲದು. ಈ ಬಗೆಯ ಭಾವನೆಗಳ ಸಚಿತ್ರರೂಪ ಚಿತ್ರದ ಎಡಭಾಗದಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸಿದೆ [ಚಿತ್ರ ೧].

ಮತ್ತೊಂದು ಬಗೆಯ ಸಿದ್ಧಾಂತವೂ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಲವನ್ನು ಪಡೆದಿದೆ. ಈ ಹೊಸ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಹಿನ್ನೆಲೆ ಸಕ್ರಿಯ ಅಯಾನುಗಳು ತೂರಿ ಬರುವಂಥ ಅಥವಾ ಪಂಪ್ ಆಗುವುದರ ಮೂಲಕ ಅಭಿಸರಣಾ ಸ್ಥಿತಿ ನಿಯಂತ್ರಣಗೊಳ್ಳುವುದಾಗಿದೆ. ಜಪಾನಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಎಂ. ಫುಜಿನೊ ಅವರು ಗಮನಿಸಿದ ಒಂದು ಅಂಶ ಬಹುಮುಖ್ಯ. ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ತೆರೆದಂಥ ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳ ಕಾಪುಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ K^+ (ಪೊಟಾಸಿಯಂ) ಅಯಾನುಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆ ಕತ್ತಲಿನಲ್ಲಿ ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡಂಥ ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪೊಟಾಸಿಯಂಗಿಂತ ಅಧಿಕವಾಗಿರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರು. ಅವರ ಪ್ರಕಾರ ಪೊಟಾಸಿಯಂ ಕ್ಲೋರೈಡ್ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತಿರುವಂಥ ಎಲೆಯ ಹೊರ ಚರ್ಮದ ತುಂಡುಗಳಿಗೆ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ATP ಯನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳು ತೆರೆದುಕೊಳ್ಳುವ ದರ ಹಾಗೂ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಾಯಿತು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯು ಅಯಾನು ಪಂಪ್ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನಗೊಂಡ ATP ಯಿಂದ ಕಾರ್ಯಶೀಲವಾಗುವುದೆಂದು ಸೂಚಿಸಿತು. ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆಯ ವಿಪುಲ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಚಿತ್ರದ ಬಲಭಾಗದಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್‌ನ ಸಹ ಸಂಬಂಧವೂ pH ಮೂಲಕ ಬದಲಾಗಬಹುದಲ್ಲದೆ ಸ್ಟೊಮೇಟಾ



ಚಿತ್ರ 1. ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳು ತೆರೆಯಲು ಅನುವಾಗುವಂಥ ಹಲವಾರು ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಸಂಯಂತ್ರಗಳು ATP ತಯಾರಿಕೆ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಫಾಸ್ಫಲೀಕರಣ ದಿಂದ ಸಾಧಾರಣ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಆಗಬಹುದು. a) ಅತ್ಯಲ್ಪ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಇರುವುದರಿಂದ ಹೆಚ್ಚಾಗಬಹುದು. b) ಕ್ಲೋರೊಪ್ಲಾಸ್ಟ್ ಮತ್ತು ಸೈಟೋಪ್ಲಾಸಂ ನಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿತವಾಗಿರುವ ಅಧಿಕಗೊಂಡ pH. c) ಮತ್ತೊಂದು ಸಂಯಂತ್ರದ ಸಾಧ್ಯತೆ ಯಲ್ಲಿ ಗ್ಲೈಕೋಲಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಅಧಿಕತಮ ಉತ್ಪಾದನೆಯಿಂದ (ಅತ್ಯಲ್ಪ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಇರುವುದೇ ಕಾರಣವಾಗಿ) ಉತ್ಕರ್ಷಣೆಗೊಂಡು, ಮರು ಉತ್ಕರ್ಷಣೆ ಗೊಂಡು ATP ಯನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದು. d) ಅಧಿಕಗೊಂಡ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಿತ ಫಾಸ್ಫಲೀಕರಣದಿಂದ H^+ ಸಾಗಣೆ ವ್ಯವಸ್ಥಿತ. e) ಮತ್ತೊಂದು ಸಂಭವನೀಯ ವಾದ ಸಂಯಂತ್ರ.

ಗಳು ತೆರೆಯುವ ಮತ್ತು ಮುಚ್ಚಿಕೊಳ್ಳುವ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲೂ ಬಹು ಬಲವಾದ ನಂಟಿದೆ.

ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ pH ಹೆಚ್ಚಿದಾಗ ಅಂದರೆ ಕ್ಷಾರೀಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳು ತೆರೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ, ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಾಗ ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳು ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಈಗಿನ ನಂಬಿಕೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ / ಬೈಕಾರ್ಬೋನೇಟ್ / ಕಾರ್ಬೋನಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಸಂಯಂತ್ರವು ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚು ಅಥವಾ ಕಡಿಮೆಯಾದಂತೆ ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ pH ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೂ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್‌ನ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತಿರುವಂತೆ pH ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಉಳಿದು ಕೊಂಡಿರುವಂಥ CO_2 ತ್ವರಿತವಾಗಿ ಕಾರ್ಬೊನೇಟ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. PEP ಕಾರ್ಬಾಕ್ಸಿಲೇಸ್ (Phoshoenolpyruvate Carboxylase)ಕಿಣ್ವದ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಬೈಕಾರ್ಬೊನೇಟ್ (Bicarbonate) ಆಧಾರಕ ವಸ್ತು (Substrate) ಸೇರಿ ಮ್ಯಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲ ತಯಾರಾಗುತ್ತದೆ. ಮ್ಯಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ತಯಾರಿಕೆಯು ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳು ಉತ್ಪಾದಿಸಿ ATP ಯಿಂದ ದೂಡಲಾದ ಪ್ರೋಟಾನ್ ಪೊಟಾಸಿಯಂ ವಿನಿಮಯ ಪಂಪ್‌ಗೆ ದೂಡುತ್ತದೆ. ಚಾಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳು ನಂತರ ಅನುಷಂಗಿಕ ಅಥವಾ ಹೊರ ಚರ್ಮದ ಕೋಶಗಳನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಕ್ರಮೇಣ K^+ ಅಯಾನು ಕಾವು ಕೋಶಗಳನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತವೆ. ಕಾವು ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಹೆಚ್ಚುವರಿಗೊಂಡ pH, ಅಧಿಕ ತಮವಾಗಿ ಸಾಗಣೆಯಾಗುತ್ತಿರುವ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳನ್ನು ಕಾವುಕೋಶಗಳ ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಮೇಣ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಸಾಂದ್ರತೆ ಇಳಿಮುಖವಾಗಿಸುತ್ತದೆ, ಹಾಗೂ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾತ್ಮಕ ಪಾಸ್ಫಾರಲೀಕರಣ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಈ ಎಲ್ಲ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸಿದೆ. ಇದರಿಂದ ಒಂದು ಮಾತು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ: ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳನ್ನು ದೂಡಿದರೂ ಕಾವುಕೋಶಗಳು ಒಳಗೂ ಹೊರಗೂ K^+ ಅಯಾನುಗಳ ಸಾಗಣೆಗೆ K^- ಪಂಪ್ ಕಾರಣ. ಈ ಬಗೆಯ ಸಾಗಣೆ ಅಭಿಸರಣಾ ಚಕ್ಷುತೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಸ್ತಗೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಸ್ಟೊಮೇಟಾಗಳು ಮುಚ್ಚುತ್ತವೆ ಹಾಗೂ ತೆರೆಯುತ್ತವೆ. ಇಷ್ಟಾದರೂ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಗೆಯ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಹಳೆಯ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಭಾವನೆಯನ್ನು ಅನುಮೋದಿಸುವಂಥ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಡೆಯದಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಯ ಕ್ರಿಯೆಯು ಪರಿಸರದ ಹಲವಾರು ಅಂಶಗಳಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳ ಪೈಕಿ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದವು: (1) ಬೆಳಕು (2) ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಆರ್ದ್ರತೆ (3) ಉಷ್ಣತೆ, (4) ಗಾಳಿ, ಹಾಗೂ (5) ಭೂಮಿಯಿಂದ ದೊರೆಯುವ ನೀರಿನ ಲಭ್ಯತೆ.

ಬೆಳಕು : ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಬೆಳಕು ಬಾಷ್ಪವಿರ್ಸಜನೆಯ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಅಧಿಕಗೊಳಿಸುವುದೆಂದು ತಿಳಿಯಲಾಗಿದೆ. ರಾತ್ರಿಯ ಕಾಲಕ್ಕಿಂತಲೂ ಬೆಳಕಿರುವ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಬಾಷ್ಪವಿರ್ಸಜನೆ ಹೆಚ್ಚು ಎಂದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಬಾಷ್ಪವಿರ್ಸಜನೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ಇತರ ಅಂಶಗಳೂ ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನಿಂದಲೇ ನಿರ್ದೇಶಿತವಾಗುವವೆಂದು ತಿಳಿಯಲಾಗಿದೆ. ಅತಿಹೆಚ್ಚಿನ ಶಾಖವಿರುವ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ, ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಬೇಸಿಗೆಯ ಒಂದು ಮಧ್ಯಾಹ್ನ ಸ್ಟೋಮಾಟಾಗಳು ಮುಚ್ಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಹಾಗೂ ಬಾಷ್ಪವಿರ್ಸಜನೆಯ ದರದಲ್ಲಿ ಮಧ್ಯದಿನದ ಕೊರೆ (depression) ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಕೊರೆಯು ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಅತಿ ಶಾಖವಿರುವ ಬೇಸಿಗೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆಗುತ್ತದೆ. ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್‌ಗೆ ಸ್ಟೋಮಾಗಳು ತೋರ್ಪಡಿಸುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸಂವೇದನದ ಕಾರಣದಿಂದ ಈ ರೀತಿಯಾಗ ಬಹುದಾಗಿದೆ. ಇದರಿಂದ ಅತಿ ಶಾಖವಿರುವಂಥ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಎಲೆಗಳೊಳಗೆ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆಗಿಂತ ಉಸಿರಾಟಕ್ರಿಯೆ ಅಧಿಕಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಸಸ್ಯದಲ್ಲಿ ತಕ್ಷಣ ಆಗಬಹುದಾದ ಅತಿನೀರಿನ ವಿಸರ್ಜನೆಯನ್ನು ತಡೆಯುವುದಲ್ಲದೆ, ಬೇಸಿಗೆಯ ಒಂದು ಮಧ್ಯಾಹ್ನದಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯವನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುತ್ತದೆ.

ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಆರ್ದ್ರತೆ : ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನ ಅಂಶಕ್ಕೆ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿನ ಆರ್ದ್ರತೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ನೀರಿನ ಅಂಶ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಅಧಿಕವಾದಷ್ಟೂ ಅದರ ಆರ್ದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಅದರ ಬಾಷ್ಪ ಸಂಮರ್ದವೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಗಾಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ನೀರನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಬಹು ಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಡಿಮೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಆರ್ದ್ರತೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿದ್ದರೆ ಅದರ ಬಾಷ್ಪಸಂಮರ್ದವು ಕಡಿಮೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಗಾಳಿ ಇರುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನೀರು ಸಹಜವಾಗಿ, ಸರಾಗವಾಗಿ, ವಿಸರಣೆಯಾಗಬಲ್ಲದು.

ಉಷ್ಣತೆ : ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಗೂ ಉಷ್ಣತೆಗೂ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಅನ್ಯೋನ್ಯ ಸಂಬಂಧವಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತೆಯ ಏರಿಕೆ ಹಾಗೂ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಯ ದರವನ್ನು ಏರಿಸುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣತೆಯ ಈ ವ್ಯಾಪ್ತಿ 0°C—30°C ವರೆಗೆ ಇರಬಹುದು. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ 0°C ನಲ್ಲಿ ಸ್ಟೋಮೇಟಾಗಳು ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಉಷ್ಣತೆ ಕ್ರಮೇಣ 30°C ವರೆಗೆ ಏರುವವರೆಗೂ ಸ್ಟೋಮೇಟಾ ತೆರೆಯುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಯ ದರವೂ ಹಂತ ಹಂತವಾಗಿ ಏರುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಮಿತಿಮೀರಿದ ಉಷ್ಣತೆ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಯ ದರ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ.

ಗಾಳಿ : ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಎಲೆಯ ಹೊರಗಿನ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಸಾರತೆ ಕ್ರಮೇಣ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ನೀರಿನ ಬಾಷ್ಪಸಂಮರ್ದ ನೀರಿನ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಯ ಗತಿ ಕುಂಠಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆದರೆ

ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಗಾಳಿ ಬೀಸುತ್ತಿದ್ದರೆ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಹೊರ ದೂಡಲ್ಪಟ್ಟ ನೀರು ಬೇರೆಡೆಗೆ ಕೊಂಡೊಯ್ಯಲ್ಪಟ್ಟು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿನ ಆರ್ದ್ರತೆ ಕಡಿಮೆ ಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಗಾಳಿಯ ಪ್ರಭಾವ ಊಹಿಸಿರುವಷ್ಟು ಸರಳವಾಗಿಲ್ಲವೆಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ.

ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿನ ನೀರಿನ ಲಭ್ಯತೆ: ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನಾ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಇತರ ಅಂಶಗಳೂ ಅನುಕೂಲವಾಗಿದ್ದು ಭೂಮಿಯಿಂದ ನೀರಿನ ಚೂಷಣೆ ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದರೆ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಯೂ ತೀವ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಸಸ್ಯಕ್ಕೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣ ದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯಿಂದ ನೀರು ಲಭಿಸದಿದ್ದರೆ ಸಹಜವಾಗಿ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನಾ ಕ್ರಿಯೆಯ ದರ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ.

ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಯ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ: ಇಂದಿಗೂ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಯ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಹಲವಾರು ವಾದ ವಿವಾದಗಳಿವೆ. ಆದರೂ ಕೆಲವು ಉಪ ಯೋಗ ಹಾಗೂ ಅನುಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಉಪಯೋಗಗಳು : 1. ಸಸ್ಯದೇಹವನ್ನು ತಂಪಾಗಿರಿಸುವ ಒಂದು ಪ್ರಧಾನ ಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿದೆ. 2. ಬೇರಿನಿಂದ ಚೂಷಿಸಿದ ನೀರು ಹಾಗೂ ಲವಣಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟಗತಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಗಲು ಸಹಾಯಕವಾಗುತ್ತವೆ. 3. ತನಗೆ ಅನಗತ್ಯವಾದ ನೀರಿನ ಅಂಶವನ್ನು ಸಸ್ಯವು ವಾತಾವರಣದ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಅನುಸಾರವಾಗಿ ವಿಸರ್ಜಿಸು ವುದಾಗಿದೆ. 4. ಸಸ್ಯದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಮೇಲೆ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಯು ಪ್ರಭಾವ ಬೀರಬಹುದೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ. 5. ವಿಪರೀತ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಎದುರಿಸಲು ಸಸ್ಯದ ಎಲೆಯ ಒಳರಚನೆಯು ಕೆಲವು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ.

ಅನುಪಯೋಗಗಳು : 1. ಬಾಷ್ಪ ವಿಸರ್ಜನೆ ಅತಿಯಾದರೆ ಸಸ್ಯದೇಹದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಿ ಸಸ್ಯಕ್ಕೆ ಅಪಾಯವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದು. 2. ಬಾಷ್ಪ ವಿಸರ್ಜನೆ ದರವು ನೀರಿನ ಚೂಷಣೆಯ ದರವನ್ನು ಮೀರಿದರೆ ಮೊದಲು ಸಸ್ಯ ಬಾಡಬಹುದು, ಅನಂತರ ಸಾಯಲೂಬಹುದು.

ಗಟೇಷನ್ : ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಆದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು, ತೇವಪೂರಿತವಾದ ಬೆಚ್ಚಗಿನ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿದ್ದರೆ, ತನಗೆ ಅನಗತ್ಯವಾದ ನೀರಿನ ಅಂಶವನ್ನು ಹನಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೊರದೂಡುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ದ್ರವದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ನೀರು ಹೊರಬರುವುದಕ್ಕೆ ಗಟೇಷನ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. (ಹೂವು ಬಿಡುವ ಸಸ್ಯಗಳ ಪೈಕಿ ಸುಮಾರು 115 ಕುಟುಂಬಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಲಾಗಿದೆ. ಜಿಮ್ನೋಸ್ಪರ್ಮ್‌ಗಳ ಪೈಕಿ ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಕೊನಿಫರ್ ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆ ಕಂಡುಬಂದಿಲ್ಲ). ಹೀಗೆ ಹೊರದೂಡಿದ ನೀರು ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಎಲೆಗಳ ತುದಿಯಂಚಿನಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಗೆಯ ತೆರಪುಗಳ ಮೂಲಕ ಹೊರ ಬರುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ತೆರಪುಗಳಿಗೆ ಹೈಡೋಥೋಡ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಹೈಡೋಥೋಡ್

ಬಹು ಸಡಿಲವಾಗಿ ಜೋಡಣೆಗೊಂಡ ಪ್ಯಾರೆಂಕೈಮಾ ಮಾದರಿಯ ಹಲವಾರು ಜೀವ ಕೋಶಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಹೈಡೋತೋಡ್ ತೆರಪುಗಳ ವಿಶೇಷವೆಂದರೆ ಕ್ಸೈಲಮ್ ನಾಳಗಳ ತುದಿ ಸಡಿಲವಾಗಿ ಜೋಡಣೆಗೊಂಡಿರುವ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಬುಡದಲ್ಲಿ ಮುಕಾಯಗೊಳ್ಳುವುದಾಗಿದೆ. ಬಾಷ್ಪ ವಿಸರ್ಜನೆಯ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ನೀರಿನ ಚೂಷಣೆಯ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಮೀರಿದಾಗ ಸಸ್ಯದೇಹದಲ್ಲಿ ಒಂದು ರೀತಿಯ ಸಂಮರ್ದ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರುವ ಯಾವುದೇ ತೆರಪು ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಲಾದರೂ ನೀರು ಹೊರಹೋಗಲು ಹೈಡೊತೋಡ್‌ಗಳು ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾಗಿದ್ದರೂ ತನ್ನಲ್ಲಿರುವ ಅಂಗಾಂಶವು ಯಾವ ರೀತಿಯ ಕಾರ್ಯಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ತೋರದಿರು ವುದು ಒಂದು ವಿಶೇಷ ಸಂಗತಿಯಾಗಿದೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹೈಡೋತೋಡ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ವಿಸರ್ಜಿತವಾದ ನೀರು ಹುಲ್ಲು ಟೊಮ್ಯಾಟೋ ಇತ್ಯಾದಿ ಸಸ್ಯಗಳ ಎಲೆಗಳ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಅಂಚುಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಗಿನ ಜಾವ ಕಾಣಬಹುದಾಗಿದೆ. ಇವು ಮಂಜಿನ ಹನಿಯಂತೆ, ಶುದ್ಧ ನೀರಿನಂತೆ ಕಂಡರೂ ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಅನೇಕ ವಿಲೀನ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ದ್ರಾವಣ. ಇತ್ತೀಚಿನ ಕೆಲವು ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಹೈಡೋತೋಡ್‌ನಿಂದ ವಿಸರ್ಜಿತವಾದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಶರ್ಕರ ಮತ್ತು ಗ್ಲುಟಾಮಿನ್ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲವಿರುತ್ತದೆ. ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ, ಕಾಲ್ಸಿಯಂ, ಮೆಗ್ನೀಸಿಯಂ ಲವಣಗಳು ನೈಟ್ರೇಟ್ ರೂಪದಲ್ಲಾಗಲಿ ಸಲ್ಫೇಟ್ ಅಥವಾ ಕ್ಲೋರೈಡ್ ರೂಪದಲ್ಲಾಗಲಿ ಇರುತ್ತವೆ.

ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ರಸದ ಏರಿಕೆ: ಭೂಮಿಯೊಳಗಿರುವ ಬೇರಿನ ಸಹಜ ಕ್ರಿಯೆ ಯಾದ ಚೂಷಣೆಯಿಂದ ನೀರು ಮತ್ತು ಲವಣಗಳು ಎಲೆ, ಕಾಂಡ ಮುಂತಾದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಪೂರೈಕೆಯಾಗಬೇಕಾದರೆ ಇವು ಭೂಮಿ ಮಟ್ಟಕ್ಕಿಂತ ಬಹಳ ಎತ್ತರ ಏರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಸಸ್ಯ ಅಥವಾ ಪೊದೆಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಬಗೆಯ ಏರಿಕೆ ಅಷ್ಟು ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಬಹು ಎತ್ತರವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವ ಮರಗಳಲ್ಲಿ (ಉದಾಹರಣೆಗೆ 300 ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ಎತ್ತರ ಬೆಳೆಯುವ ನೀಲಗಿರಿ ಮರ)ಯೂ ಸಮರ್ಥ ವಾಗಿ ರಸದ ಏರಿಕೆಯಾಗುವುದು ಆಶ್ಚರ್ಯವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ವಿರುದ್ಧ ಈ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ರಸವು ಏರಬೇಕಾದರೆ ಅನೇಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಸಹಜವಾಗಿ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತವೆ. ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಈ ರೀತಿಯ ಏರಿಕೆಗೆ ಶಕ್ತಿಯ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಇರಲೇಬೇಕು. ಇಂಥ ಶಕ್ತಿ ಯಾವ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರಬೇಕು, ಅದು ಸಸ್ಯಕ್ಕೆ ಎಲ್ಲಿಂದ ಒದಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಕುತೂಹಲ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಆಧಾರದಿಂದ ತಜ್ಞರು ಕೆಲವು ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿ, ರಸದ ಏರಿಕೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಸಮರ್ಥನೀಯವಾದ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ಕೊಡಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಭಿನ್ನಾಭಿಪ್ರಾಯಗಳಿದ್ದರೂ ಈಗ ರಸದ ಸಾಗಣೆಯ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ

ಈ ನಂಬಿಕೆ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿದೆ. ನೀರು ಮತ್ತು ಲವಣಗಳು ಏರುವುದು ಕ್ಸೈಲಮ್ ಅಂಗಾಂಶದ ಮೂಲಕವೆಂದೂ, ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ನೀರ್ನಳಿಕೆ ಹಾಗೂ ನೀರ್ಗೊಳವೆಗಳ ರೂಪ ರಚನೆ ರಸದ ಸಾಗಣೆಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗಿದೆ.

ನೀರಿನ ಹಾಗೂ ಲವಣಗಳ ಏರಿಕೆಯ ಸಂಯಂತ್ರವನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಹಲವಾರು ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳಿವೆ: ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು ಎರಡು ಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ: 1) ಜೈವಿಕ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು 2) ಭೌತ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು.

ಜೈವಿಕ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು : ಸಸ್ಯದೇಹದಲ್ಲಿನ ಜೈವಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಂದ ನಿಯಂತ್ರಿತವಾಗಿರುವಂಥ ಕ್ರಿಯೆ—ರಸದ ಏರಿಕೆ ಎಂಬ ಭಾವನೆಯಿಂದ ಈ ಬಗೆಯ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಒಡಮೂಡಿವೆ. ಕ್ಸೈಲಮ್ ಅಂಗಾಂಶದಲ್ಲಿರುವ ಕ್ಸೈಲಮ್ ಪ್ಯಾರೆಂಕೈಮಾ ಹಾಗೂ ಕ್ಸೈಲಮ್ ರೇಗಳು ಸಜೀವಕೋಶಗಳಾಗಿರುವುದೇ ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಉದಯಕ್ಕೆ ಪ್ರಮುಖವಾದ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಸಜೀವಕೋಶಗಳು ನೀರು ಮತ್ತು ಲವಣಗಳ ಏರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಕ್ರಿಯ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬ ನಂಬಿಕೆಯೂ ಈ ಭಾವನೆಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಜೈವಿಕ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳ ಪೈಕಿ ಮೂರು ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿದ್ದು, ಐತಿಹಾಸಿಕ ಮಹತ್ವವನ್ನೂ ಪಡೆದಿವೆ. ಈ ಮೂರು ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಯಾವುವೆಂದರೆ—(1) ಗಾಡ್ಲೆಲಪ್ಸ್ಕಿ ಸಿದ್ಧಾಂತ (2) ಜೆ. ಸಿ. ಬೋಸ್ ಸಿದ್ಧಾಂತ (3) ಸ್ಟ್ರಾಸ್‌ಬರ್ಗರ್ ಸಿದ್ಧಾಂತ.

ಗಾಡ್ಲೆಲಪ್ಸ್ಕಿ ಸಿದ್ಧಾಂತ : ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಕ್ಸೈಲಮ್ ಪ್ಯಾರೆಂಕೈಮಾ ಹಾಗೂ ಮಿಡಲರಿ ರೇ ಜೀವಕೋಶಗಳು ಒಂದು ರೀತಿಯ ಮಿಡಿತವನ್ನು ಪಡೆದಿರುವುದರಿಂದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಚಲನೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಕ್ಸೈಲಮ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಟ್ರೇಕಿಡ್ ಹಾಗೂ ಟ್ರೇಕಿಯ (ನೀರ್ಗೊಳವೆ ಮತ್ತು ನೀರ್ನಳಿಕೆ) ಗಳಲ್ಲಿ ನೀರು ಮತ್ತು ಲವಣಗಳು ಮೇಲಕ್ಕೆ ದೂಡಲ್ಪಡುತ್ತದೆ ಎಂಬುದಾಗಿದೆ.

ಜೆ. ಸಿ. ಬೋಸ್ ಸಿದ್ಧಾಂತ : ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಎಂಡೋಡರ್ಮಿಸ್ ಪದರದ ಜೀವಕೋಶಗಳೂ ಮಿಡಿತದಿಂದ ಚಲನೆಯನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ನೀರು ಹೋಗಲು ಸಹಾಯಕವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿತವಾಗಿರುವ ಜೀವದ್ರವ್ಯದಿಂದ ಇವುಗಳ ಕ್ರಿಯೆಯು ನಿಯಂತ್ರಿತವಾಗಿದೆ ಎಂಬ ನಂಬಿಕೆ ಹಾಗೂ ಜೀವದ್ರವ್ಯವೇ ಪರೋಕ್ಷವಾಗಿ ರಸದ ಏರಿಕೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಣಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಅಂಶ ಮುಖ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಸ್ಟ್ರಾಸ್‌ಬರ್ಗರ್ ಸಿದ್ಧಾಂತ : ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತ, ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿರುವ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳಂತೆ ಸಜೀವ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಗೂ ಮತ್ತು ರಸದ ಏರಿಕೆಗೂ ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯ ಸಂಬಂಧವಿಲ್ಲವೆಂದು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಭೌತಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು : ಭೌತಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನೂ ಸಮರ್ಥಿಸುವಂತಹವು

ಹಲವಾರಿವೆ. ಅವುಗಳ ಪೈಕಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು ಎರಡು : (1) ಬೇರಿನ ಸಂಮರ್ದ ಸಿದ್ಧಾಂತ (2) ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆ–ಸಂಸಕ್ತಿ–ಕರ್ಷಣ ಸಿದ್ಧಾಂತ.

ಬೇರಿನ ಸಮರ್ದ ಸಿದ್ಧಾಂತ: ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗದ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ವಿವರಿಸಬಹುದು.

ತೇವಪೂರಿತವಾದ ಹಾಗೂ ಬೆಚ್ಚಗಿರುವ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ಆರೋಗ್ಯಕರ ಗಿಡದ ಮೂಲಕಾಂಡ ಭಾಗವನ್ನು ಅಡ್ಡ ಕತ್ತರಿಸಿದರೆ ದ್ರಾವಣ ಒಸರುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಆ ಮೋಟು ಕಾಂಡದಿಂದ ಗಮನಿಸಬಹುದು. ಇಂಥ ಮೋಟು ಕಾಂಡಕ್ಕೆ ರಬ್ಬರ್ ನಳಿಕೆಯೊಂದು ಸಿಕ್ಕಿಸಿ ಅದರ ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಕೊಳವೆಗೆ ಸೇರಿಸಿದರೆ, ಗಾಜಿನ ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ನಿಧಾನವಾಗಿ ನೀರು ಮೇಲೇರುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಈ ರೀತಿ ಕಾಂಡದ ತುಂಡುಭಾಗದಿಂದ ದ್ರಾವಣ ಒಸರುವ ಕ್ರಿಯೆಗೂ ಗಾಜಿನ ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ನೀರು ಏರುವುದಕ್ಕೂ ಪ್ರಮುಖ ಕಾರಣ–ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗಿಸಿದ ಗಿಡದೊಳಗೆ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಸಂಮರ್ಧ ಉಂಟಾಗಿ ಕ್ಸೈಲಮ್ ಅಂಗಾಂಶದ ಮುಖೇಣ ನೀರನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ತಳ್ಳುವುದಾಗಿದೆ. ಬೇರಿನಲ್ಲಿ ಈ ಸಂಮರ್ದ ಉದ್ಭವಿಸುವುದೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ತೇವಪೂರಿತವಾದ, ಬೆಚ್ಚಗಿರುವ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಚೂಷಣೆ ತೀವ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಸಹಜವಾಗಿ ಈ ಬಗೆಯ ಸಂಮರ್ದ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಬೇರಿನ ಸಂಮರ್ದದ ಫಲವಾಗಿ ಕ್ಸೈಲಮ್ ನೀರ್ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ನೀರು ಮೇಲೇರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ ಕೆಲವು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಬೇರಿನ ಸಂಮರ್ದ ರಸದ ಏರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಮಹತ್ವದ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುವುದೆಂದು ಭಾವಿಸಿದರೂ ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಇದು ಬೇರುಗಳು ನಡೆಸುವ ಲವಣ ಚೂಷಣ ಕಾರ್ಯದಿಂದ ಪುಟಗೊಳ್ಳುವಂಥ ಅಭಿಸರಣಾ ಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿದೆ. ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ–ಬಾಷ್ಪ ವಿಸರ್ಜನೆಯ ಗತಿ ನಿಧಾನವಾಗಿದ್ದಾಗ ಬೇರಿನ ಸಂಮರ್ದ ರಸದ ಏರಿಕೆಗೆ ಕಾರಣವಾದೀತೆಂದು ಊಹಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆ–ಸಂಸಕ್ತಿ–ಕರ್ಷಣ ಸಿದ್ಧಾಂತ: ಇದು ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ರಸದ ಏರಿಕೆಯನ್ನು ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ವಿವರಿಸುವ ಸಿದ್ಧಾಂತವಾಗಿದೆ. ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ನೀರಿನ ಮೊತ್ತವನ್ನು, ನೀರಿನ ಚಲನೆಯ ದರವನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಸಿದ್ಧಾಂತವಾದ್ದರಿಂದ ಅತ್ಯಂತ ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಮೊದಲು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದವರು–ಡಿಕ್ಸನ್ ಮತ್ತು ಜೋಲಿ ಎಂಬುವರು. ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಯ ಕ್ರಿಯೆ ಸತತವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಮೀಸೋಫಿಲ್ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ನೀರು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ಅಲ್ಲಿ ವಿಸರಣ ಸಂಮರ್ದ ಕೊರೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ಜೀವಕೋಶಗಳೊಂದಿಗೆ ಹತ್ತಿರ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಪಡೆದಿರುವಂಥ ಕ್ಸೈಲಮ್ ಅಂಗಾಂಶಗಳಿಂದ ಮೀಸೋಫಿಲ್ ಜೀವಕೋಶಗಳೊಳಗೆ ನೀರು ಅಭಿಸರಣೆಯಾಗಿ ಬರುತ್ತದೆ.

ಇದರಿಂದಾಗಿ ಈ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಕರ್ಷಣೆ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಕ್ಸೈಲಮ್ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ನೀರು ತನ್ನ ಸಹಜಗುಣವಾದ ಅಣುಗಳ ಸಂಸಕ್ತಿಗುಣದಿಂದಾಗಿ ಅಖಂಡವಾದ ಸರಣಿಯಂತಿರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಕ್ಸೈಲಮ್ ಜೀವಕೋಶಗಳು ಕಾಂಡಭಾಗದಿಂದ ಬೇರಿನ ವರೆಗೂ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿತವಾಗಿರುವಂಥ ನೀರು ಸಹ ಅಖಂಡತೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ. ಎಲೆಯ ಮಿಸೋಫಿಲ್ ಜೀವಕೋಶಗಳು ಹಾಗೂ ಕ್ಸೈಲಮ್ ಅಂಗಾಂಶಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಂಧಿಸುವ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಕರ್ಷಣೆಯು ಉದ್ಭವಿಸಿ ನೀರಿನ ಸರಣಿಯುದ್ದಕ್ಕೂ ಪರಿಸರಿಸುತ್ತದೆ; ಹಿಗಾಗಿ ನೀರು ಏರಲು ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ. ನೀರು ಏರಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಬೇರಿನ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿಸರಣ ಸಂಮರ್ದ ಕೊರೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಬೇರಿನ ಕಾರ್ಟೆಕ್ಸ್‌ನಿಂದ ಕ್ಸೈಲಮ್ ನಾಳದೊಳಗೆ ಬೇರು ರೋಮಗಳಿಂದ ಕಾರ್ಟೆಕ್ಸ್‌ನೊಳಕ್ಕೂ ನೀರು ಅಭಿಸರಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ರಸದ ಅಥವಾ ನೀರಿನ ಏರಿಕೆಯು ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆಯ ಫಲವಾಗಿ ಉಂಟಾಗುವ ಕರ್ಷಣದಿಂದ ನಡೆಯುತ್ತದೆಯೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿರುವುದರಿಂದ 'ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆ-ಸಂಸಕ್ತಿ ಕರ್ಷಣ ಸಿದ್ಧಾಂತ' ಎಂಬ ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಮಹತ್ವದ ಅಂಶಗಳಿವು: ನೀರಿನ ಅಣುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸಂಸಕ್ತಿಗುಣ ಹಾಗೂ ಬಾಷ್ಪವಿಸರ್ಜನೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಫಲವಾಗಿ ಉಂಟಾಗುವ ಕರ್ಷಣ ಕ್ರಿಯೆ.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಕ್ಸೈಲಮ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ನೀರು ಮತ್ತು ರಸವನ್ನು ಹೆಪ್ಪುಗೂಡಿಸುವಂಥ ಕನಿಷ್ಠ ಉಷ್ಣಾಂಶದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ನೀರಿನ ಚಲನೆಯು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಕುಂಠಿತಗೊಳ್ಳುವುದೆಂದು ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣ: ಹಸುರೆಲೆಗಳಲ್ಲಿ ತಯಾರಾಗುವ ಆಹಾರ ಸಸ್ಯದೇಹದ ಇತರ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಹೇಗೆ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಎಂಬ ವಿಷಯ ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ಸುಮಾರು 300 ವರ್ಷಗಳಿಂದಲೂ ಕಾಡಿರುವ ಪ್ರಶ್ನೆಯಾಗಿದೆ. ಆಹಾರವು ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣವಾಗಬೇಕಾದರೆ ಅದರ ಸ್ವರೂಪವೆಂತಹುದು ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಜಿಜ್ಞಾಸೆ ನಡೆದಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಸಸ್ಯದೇಹದಲ್ಲಿ ಈ ಆಹಾರವು ಸ್ಥಾನಾಂತರಣಗೊಳ್ಳುವ ದಿಕ್ಕು ಹಾಗೂ ಅಂಗಗಳ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಹೆಚ್ಚು ವಿವಾದಗಳಿತ್ತು. ಇತ್ತೀಚಿನ ಹಲವು ಸಮರ್ಥ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಆಧಾರದಿಂದ ಆಹಾರದ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣ ಕ್ರಿಯೆಯು ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ಅಂಗಾಂಶದಿಂದ, ಅದರಲ್ಲೂ ಜರಡಿ ನಳಿಗೆಗಳ (ಸೀವ್ ಟ್ಯೂಬ್) ಮೂಲಕ ನಡೆಯುವುದೆಂದೂ, ಎರಡು ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ—ಕೆಳಕ್ಕೆ ಹಾಗೂ ಮೇಲಕ್ಕೆ—ಅದು ಚಲಿಸಬಹುದೆಂದು ಖಚಿತವಾಗಿ ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ.

ವ್ಯಾಸಂಗದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಆಹಾರ ಸ್ಥಾನಾಂತಣದಲ್ಲಿ ಮೂರು ವಿಧಾನಗಳಿವೆ:

(1) ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ತಯಾರಾದ ಆಹಾರ ಬೇರು ಹಾಗೂ ಇನ್ನಿತರ ಆಹಾರ ಶೇಖರಣೆಯ

ಅಂಗಗಳಿಗೆ ಸಾಗುವುದು, (2) ಗೆಡ್ಡೆ, ಬೀಜ ಇತ್ಯಾದಿ ಶೇಖರಣಾ ಭಾಗಗಳಿಂದ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಚಲಿಸುವುದು, (3) ಕಾಂಡದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಾಗ ಕ್ಸೈಲಮ್‌ನಿಂದ ಫ್ಲೋಯೆಮ್‌ಗೂ ಫ್ಲೋಯೆಮ್‌ನಿಂದ ಕ್ಸೈಲಮ್‌ಗೂ ಆಗುವ ಅಡ್ಡ ಸಾಗಣೆ.

ಆಹಾರ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣದ ಸಂಯಂತ್ರವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಮೊದಲು ಸ್ಥಾನಾಂತರಣಗೊಳ್ಳುವ ಆಹಾರ ಯಾವ ರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಇತೀಚಿನ ಕೆಲವು ನಂಬುಗೆಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದು ಸೂಕ್ತವೆನಿಸುತ್ತದೆ.

ಸ್ಥಾನಾಂತರಣಗೊಳ್ಳುವ ಆಹಾರದ ಸ್ವರೂಪ: ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಹಾಗೂ ಅವರೆಲ್ಲ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ವಸ್ತುವಿನ ಸಹಕಾರದಿಂದ ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ರಸದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್‌ಗಳೂ, ಕೊಂಚ ವಿವಿಧ ಬಗೆಯ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳು ಹಾಗೂ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಲೋಹಗಳಿರುವುದು ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ. ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ತಯಾರಾದ ಆಹಾರವೆಲ್ಲ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್ ರೂಪದಲ್ಲಿಯೇ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣಗೊಳ್ಳುವುದೆಂಬ ಅಭಿಪ್ರಾಯಕ್ಕೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಬಂದಿದ್ದಾರೆ. 1950ರಲ್ಲಿ ಈ ಬಗೆಯ ಆಹಾರದ ರೂಪವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಮತ್ತೊಂದು ಹೊಸವಿಧಾನವನ್ನು ಬಳಕೆಗೆ ತರಲಾಗಿದೆ. ಹಲವಾರು ಮರ ಹಾಗೂ ಪೊದೆ ಸಸ್ಯವನ್ನು ದಾಳಿಮಾಡುವ ಕೀಟಗಳ ಪೈಕಿ ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ರಸವನ್ನು ಹೀರಿ ಬದುಕುವ ಏಫಿಡ್ ಕೀಟಗಳು ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದವು. ಏಫಿಡ್ ಕೀಟಗಳ ಪೈಕಿ ಲಾಂಜಿಸ್ಟಿಗ್ಮಾ ಕಾರ್ಯೆ ಹಾಗೂ ಟ್ಯೂಬರೋಲಾಕ್ನಸ್ ಸಾಲಿಗ್ನಸ್ ಎಂಬ ಏಫಿಡ್‌ಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಚಿತ. ಈ ಏಫಿಡ್‌ಗಳು ತಮ್ಮ ಹೀರುನಳಿಕೆಯನ್ನು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಬಾಸ್‌ವುಡ್ ಮರ ಹಾಗೂ ಸ್ಯಾಲಿಕ್ಸ್ ಮರದ ಕಾಂಡಗಳಲ್ಲಿ ದೂಡಿ ಆ ಸಸ್ಯದ ಒಂದು ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ಅಂಗಾಂಶದ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಫ್ಲೋಯೆಮ್‌ನಲ್ಲಿ ಆಹಾರವು ತುಂಬ ಒತ್ತಡದಿಂದ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣಗೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಸಹಜವಾಗಿ ಈ ಕೀಟಗಳ ಹೀರುನಳಿಕೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಬಾಗಿ ನುಸುಳಿ ಬಂದ ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ರಸವನ್ನು ಈ ಏಫಿಡ್‌ಗಳು ಹೀರುತ್ತವೆ. ಈ ಅಂಶವನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ ಎಂ. ಎಚ್ ಜಿಮರಮನ್ ಮತ್ತು ಅವರ ಸಂಗಡಿಗರು ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ನಡೆಸಿದರು. ರಸ ಹೀರುತ್ತಿರುವ ಇಂಥ ಕೀಟವನ್ನು ಕೆಲವು ಅನಿಲಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮೂರ್ಛೆ ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ಹೀರುನಳಿಕೆಯ ಭಾಗವು ಸಸ್ಯದೊಂದಿಗೆ ಇರುವ ಹಾಗೆಯೇ ಹೀರು ನಳಿಕೆಯ ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಕತ್ತರಿಸಿದಾಗಲೂ, ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ರಸವು ಈ ಹೀರುನಳಿಕೆಯಿಂದ ಒಂದುವಾರದವರೆಗೂ ಒಸರುವುದನ್ನು ಅವರು ಗಮನಿಸಿದರು. ಇದರಿಂದ ಒಂದಂಶ ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತಿಳಿಯಿತು. ಏಫಿಡ್‌ಗಳು ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ರಸವನ್ನು ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಹೀರುವುದಿಲ್ಲವೆಂದೂ, ಅವು ಕೇವಲ ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ರಸದ ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ಅಂಗಾಂಶದಲ್ಲಿ ಹೀರುನಳಿಕೆಯನ್ನು

ತೋರಿಸುತ್ತವೆಯೆಂದು ತಿಳಿಯಲಾಯಿತು. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಏಫಿಡ್‌ಗಳು ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ಅಂಗಾಂಶದಲ್ಲಿ ಜರಡಿನಳಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಹೀರುನಳಿಕೆಯನ್ನು ತೂರಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ (ಆಟೋರೇಡಿಯೋಗ್ರಫಿ ಎಂಬ ತಂತ್ರದಿಂದಲೂ ಜರಡಿನಳಿಕೆಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಆಹಾರ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣಗೊಳುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಖಚಿತವಾಗಿರುವ ಸಂಗತಿಯಾಗಿದೆ.) ಹೀರುನಳಿಕೆಯಿಂದ ಒಸರಿದ ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ರಸವನ್ನು ಶೇಖರಿಸಿ, ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ವಸ್ತು ಸುಕ್ರೋಸ್. ಅಲ್ಲದೆ ಅಲ್ಪಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ರ್‍ಯಾಫಿನೋಸ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟ್ಯಾಕಿಯೋಸ್ ಎಂಬ ಇತರ ಬಗೆಯ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್‌ಗಳೂ ಇರುವುವೆಂದೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ ಕೆಲವುಜಾತಿಯ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ರಸದಲ್ಲಿ ಗ್ಲೂಕೋಸ್ ಹಾಗೂ ಫ್ರಕ್ಟೋಸ್ ಸಕ್ಕರೆಗಳು ಇರುವುದು ಕಂಡುಬಂದರೂ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣಗೊಳ್ಳುವ ಸಕ್ಕರೆಗಳಲ್ಲವೆಂದೂ ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಕೆಲವು ಜಾತಿಯ ಸಸ್ಯಗಳು ಸಕ್ಕರೆಯ ಮದ್ಯಸಾರವಾದ ಮ್ಯಾನಿಟಾಲ್ ಅಥವಾ ಸಾರಬಟಾಲ್ ರೂಪದಲ್ಲಿಯೂ ಆಹಾರ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣಗೊಳ್ಳುವುದೆಂದು ತಿಳಿಯಲಾಗಿದೆ. ಇಷ್ಟಾದರೂ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣಗೊಳ್ಳುವ ಆಹಾರವೆಲ್ಲ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್ ಆಗಿದ್ದು ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಸುಕ್ರೋಸ್ ರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಆಹಾರ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣದ ದಿಕ್ಕು : ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ತಯಾರಾದ ಆಹಾರವು ಸಸ್ಯ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಎರಡು ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಅಂದರೆ ಎಲೆಗಳಿಂದ ಬೇರಿನೆಡೆಗೆ (ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ) ಹಾಗೂ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿರುವ ಅಗ್ರಸ್ಥ ಭಾಗಗಳ ಕಡೆಗೆ (ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿ) ಚಲಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ಖಚಿತವಾಗಿ ತಿಳಿದಿರುವ ಅಂಶವಾಗಿದೆ. (ಭೂಗತಕಾಂಡ, ಬೇರುಗಳಲ್ಲಿ ಶೇಖರಣಗೊಂಡ ಆಹಾರವೂ ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ). ಆದರೂ ಇಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಂದೇಹ ಇನ್ನೂ ಪರಿಹಾರವಾಗಿಲ್ಲ. ಆಹಾರವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ಅಂಗಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುದೋ ಅಥವಾ ಒಂದರಲ್ಲಿಯೇ ಚಲಿಸುವುದೋ ಇನ್ನೂ ಇತ್ಯರ್ಥವಾಗಿಲ್ಲ. ಆಹಾರವು ಸಸ್ಯದ ಒಂದು ಪಾರ್ಶ್ವದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಪಾರ್ಶ್ವಕ್ಕೆ ಸಾಗಣೆಯಾಗುವುದನ್ನು ಕೆಲವು ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಆಹಾರ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣದ ಸಂಯಂತ್ರ : ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಆಹಾರದ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣ ವಿಸರಣೆಯ ರೀತಿಯಲ್ಲಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಈಗ ಹಳೆಯ ನಂಬಿಕೆ ಮಾತ್ರವಾಗಿದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಆಹಾರ ಚಲನೆಯ ವೇಗವನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರೆ ಅದು ಸಾಧಾರಣ ವಿಸರಣೆಯ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಬಹುಪಾಲು ಹೆಚ್ಚು ಇರುವುದೆಂದು ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಮೂಲಭೂತ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಜರಡಿನಳಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ದ್ರಾವಣರೂಪಿ ಆಹಾರದ ಒತ್ತಡವು 20 ವಾಯುಮಾನಗಳಷ್ಟಿರು

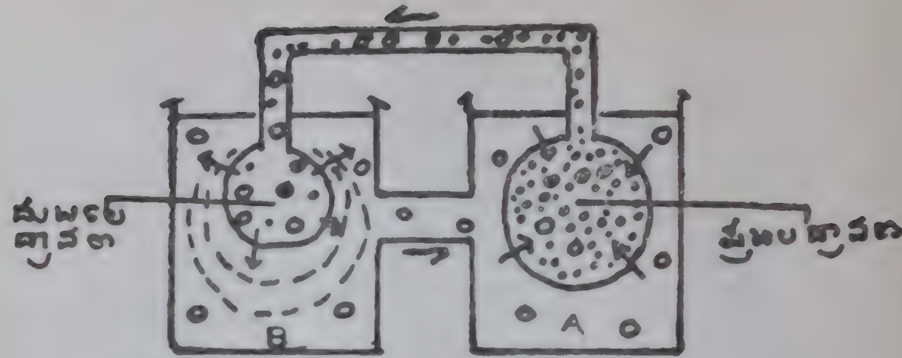
ವುದೆಂದು ತಿಳಿಯಲಾಗಿದೆ. ಇಷ್ಟು ಒತ್ತಡವು ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ಅಂಗಾಂಶದಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಉಂಟಾಗಬಹುದೆಂಬ ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ಅನೇಕ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ರೂಪುಗೊಂಡಿವೆ ಯಾದರೂ ಸಮರ್ಥ ನಿರೂಪಣೆ ಈವರೆಗೂ ಬಂದಿಲ್ಲ. ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ಅಂಗಾಂಶ ದೊಂದಿಗಿರುವ ಸಂಗಾತಿ ಕೋಶಗಳು ಆಹಾರದ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣದಲ್ಲಿ ಸಹಕಾರಿಯಾಗ ಬಹುದೆಂಬ ಊಹೆ ಅಲ್ಲಗಳೆಯುವಂತಿಲ್ಲ; ಏಕೆಂದರೆ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗಾತಿ ಜೀವಕೋಶ ಗಳು ದೊಡ್ಡವಾಗಿದ್ದು ಜರಡಿನಳಿಕೆಗಳು ಒಂದು ವರ್ಷದವರೆಗೂ ಕಾರ್ಯಶೀಲವಾಗಿದ್ದು ಅನಂತರ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯವಾಗುವಂಥ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅವು ಆಹಾರ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣದ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಭಾಗಿಯಾಗುವುದು ಗಮನಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಸಾಧಾರಣ ವಿಸರಣ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಆಹಾರ ಸ್ಥಾನಾಂತರವಾಗಲಾರದೆಂಬ ಭಾವನೆ ಬಲವಾಗಿದ್ದರೂ ಇದರ ಸಂಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಸಮರ್ಪಕವಾದ ವಿವರಣೆಗಳು ಇನ್ನೂ ದೊರೆತಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಎರಡು ಮುಖ್ಯವಾದ ಆಧಾರ ಭಾವನೆಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನೀಡಿದ್ದಾರೆ: (1) ಜೀವದ್ರವ್ಯ ಪ್ರವಾಹ ಆಧಾರ ಭಾವನೆ (2) ಸಾಮೂಹಿಕ ವಹನ ಆಧಾರ ಭಾವನೆ.

ಜೀವದ್ರವ್ಯಪ್ರವಾಹ ಆಧಾರಭಾವನೆ: ಈ ಭಾವನೆಯನ್ನು 1885ರಲ್ಲಿ ಡಿವ್ರೀಸ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದರೂ ಅಮೇರಿಕೆಯ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಒ. ಎಫ್. ಕರ್ಟೀಸ್ ಹೆಚ್ಚು ಸಮರ್ಥಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಭಾವನೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಫ್ಲೋಯೆಮ್ ಅಂಗಾಂಶದ ಒಂದು ಜರಡಿನಳಿಕೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದಕ್ಕೆ ಜೀವದ್ರವ್ಯದ ಸಂಬಂಧ ವಿರುವುದರಿಂದ, ಎರಡು ಪರಸ್ಪರ ಜರಡಿನಳಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಜೀವದ್ರವ್ಯ ಒಂದರಿಂದ ಮತ್ತೊಂದಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಜೀವದ್ರವ್ಯವು ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಜೀವ ದ್ರವ್ಯದೊಂದಿಗೆ ಆಹಾರವೂ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ತಗ್ಗಿದ ಉಷ್ಣತೆ ಆಕ್ಸಿಜನ್‌ನ ಕೊರೆ ಮುಂತಾದ ಅಂಶಗಳು ಜೀವದ್ರವ್ಯ ಪ್ರವಾಹ ಸ್ಥಗಿತಗೊಳಿಸುವುದರಿಂದ ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಪುಷ್ಟಿ ದೊರಕಿದೆಯಾದರೂ ಆಹಾರ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣ ವೇಗ ಜೀವದ್ರವ್ಯದ ಚಲನಾ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಮಿಗಿಲಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಭಾವನೆಗೆ ಪುಷ್ಟಿ ಕೊಡಲು ಹಲವು ಆಕ್ಷೇಪಣೆಗಳಿವೆ.

ಸಾಮೂಹಿಕ ವಹನ ಆಧಾರಭಾವನೆ: ಈ ಭಾವನೆಯನ್ನು 1930ರಲ್ಲಿ ಎ. ಮುಂಚ್ ಎಂಬುವನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದಾಗಿದೆ. ಮುಂಚನ ಭಾವನೆಯನ್ನು ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗದ ಒಸ್ನೆಲಿಯಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ [ಚಿತ್ರ 2].

ಪ್ರಯೋಗದ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ A ಮತ್ತು B ಎಂಬ ಎರಡು ಗೋಳಗಳಿವೆ. ಇವೆರಡೂ ಅರೆ ಪಾರಗಮ್ಯ ಪಟಲಗಳು. ಈ ಎರಡು ಗೋಳಗಳು ಒಂದು ಕೊಳವೆ ಯಿಂದ ಸೇರಿಸಿದೆ. A ಗೋಳದಲ್ಲಿ ಸಕ್ಕರೆಯ ಪ್ರಬಲ ದ್ರಾವಣವನ್ನೂ B ಯಲ್ಲಿ ಸಕ್ಕರೆಯ ದುರ್ಬಲ ದ್ರಾವಣವಿದೆ. ಇವೆರಡನ್ನೂ ನೀರಿನಿಂದ ತುಂಬಿರುವ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗ ಗೋಳಗಳಲ್ಲಿ ಅರೆ ಪಾರಗಮ್ಯ ಪಟಲಗಳಿರುವುದರಿಂದ ಸಹಜವಾಗಿ



ಚಿತ್ರ 2

ಅಭಿಸರಣಾ ಕ್ರಿಯೆಯ ಪ್ರಕಾರ A ಮತ್ತು B ಎರಡು ಗೋಳಗಳಲ್ಲಿಯೂ ನೀರು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ. A ಯಲ್ಲಿ B ಯಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂದ ಪ್ರಬಲವಾದ ಸಕ್ಕರೆಯ ದ್ರಾವಣವಿರುವುದರಿಂದ A ಯಲ್ಲಿ B ಗಿಂತ ಮಿಗಿಲಾಗಿ ದ್ರವಸ್ಥಿತಿ ಸಂಮರ್ದ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ನೀರಿರುವ ಪಾತ್ರೆಯಿಂದ A ಯೊಳಕ್ಕೆ ನೀರು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಪ್ರವಹಿಸಿ ಕೊಳವೆಯ ಮುಖಾಂತರ B ಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. B ಯಿಂದ ಅರೆ ಪಾರಗಮ್ಯ ಪಟಲದ ಮೂಲಕ ನೀರು ಹೊರಕ್ಕೆ ಅಬಿಸರಿಸುತ್ತದೆ; ಈ ಕ್ರಿಯೆಯು ನಿರಂತರವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. A ಮತ್ತು B ಗೋಳಗಳೆರಡರಲ್ಲೂ ಸಕ್ಕರೆಯ ಸಾರತೆ ಒಂದೇ ಸಮನಾದಾಗ ಈ ಕ್ರಿಯೆ ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಈ ಬಗೆಯ ಚಲನೆ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಸಾಗಬೇಕಾದರೆ A ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ಸೇರಿಸುವುದೂ B ಯಿಂದ ಅದನ್ನು ತೆಗೆಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಎರಡು ಗೋಳಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಸಕ್ಕರೆಯ ಸಾರತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ನೀರಿನ ಹಾಗೂ ಅದರೊಂದಿಗೆ ಸಕ್ಕರೆಯ ಸಾಮೂಹಿಕ ವಹನ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಸಸ್ಯಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಬಹುದು. (A ಗೋಳ ಎಲೆಯೆಂದೂ, ಕೊಳವೆ ಫ್ಲೋಯೆಮ್‌ನ ಜರಡಿನಳಿಕೆ ಎಂದೂ, B ಗೋಳ ಬೇರು ಅಥವಾ ಯಾವುದೇ ಆಹಾರ ಶೇಖರಣಾ ಭಾಗಕವೆಂದೂ, ಪಾತ್ರೆಯನ್ನು ಕ್ಸೈಲಮ್‌ಗೆ ಹೋಲಿಸಬಹುದು) ಆದರೂ ಇಲ್ಲಿ ವಹನ ಕ್ರಿಯೆ ಏಕಮುಖತೆಯನ್ನು ತೋರುವುದರಿಂದ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣದ ಸಂಯಂತ್ರ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ವಿವರಿಸದಿರುವುದರಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹಲವಾರು ಆಕ್ಷೇಪಣೆಗಳನ್ನು ಎತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಜೀವದ್ರವ್ಯ ಪ್ರವಾಹ ಆಧಾರ ಭಾವನೆ ಹಾಗೂ ಸಾಮೂಹಿಕ ವಹನ ಆಧಾರ ಭಾವನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಹಲವು ಆಕ್ಷೇಪಣೆಗಳಿದ್ದರೂ, ಎರಡೂ ಭಾವನೆಗಳೊಳಗೊಂಡಂತೆ ಆಹಾರದ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣ ನಡೆಯಬಹುದೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ.

ಗ್ರಂಥಋಣ

Bidwell R.G.S. Plant Physiology Sec. Ed. Macmillan Publishing Co., Inc. New York, 1979.

Malik C. P. Srivastava A. K. Text Book of Plant Physiology Kalyani Publishers, New Delhi, 1979.

Richardson, M. Translocation in Plants. St. Martin's Press Inc., New York, 1968.

Sabisbury, F. B. and Ross, C. Plant Physiology, Prantice Hall of India Private Ltd., New Delhi, 1974.

Sltcuiffe, J. Plants and Water St. Martins Press Inc, New York, 1968.

ಭೂಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಮ್ಮಿನ ನಿರಂತರ ಸೆಲೆ?

ಸುಮಾರು ೫೦ ಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ಹಿಂದೆ ಕಡಲ ತೀರದ ವಿಶಾಲಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ವಿಕಸಿತಗೊಂಡಿದ್ದ ಅತಿಸರಳ ರಚನೆಯ ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಮತ್ತು ಸಸ್ಯಗಳು (ಏಕಕೋಶಿಕ ಜೀವಿಗಳು) ಸತ್ತನಂತರ ಅವುಗಳ ಅವಶೇಷಗಳು ನದಿಯ ನೀರಿನ ಪ್ರವಾಹದೊಂದಿಗೆ ಹರಿದುಬಂದು ಕಡಲನ್ನು ಸೇರಿ ಗಸಿಯಲ್ಲಿ ಹುಗಿದುಹೋದವು. ಸಾಗರ ತಳದಲ್ಲಿ ಸಮಾಧಿಗೊಂಡಿದ್ದ ಈ ಜೀವ್ಯಾವಶೇಷಗಳೇ ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಮ್ಮಿನ ಮೂಲಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಎಂದು ಈವರೆಗೆ ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಈ ರೀತಿ ಎಂದೋ ಒಮ್ಮೆ ಉಂಟಾದ ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಮ್ ಕೆಲವು ತೈಲಾಶಯಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿದ್ದು, 21ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಅವು ಬತ್ತಿಹೋಗುವ ಭೀತಿ ಜಗತ್ತನ್ನೇ ಆವರಿಸಿದೆ. ಆದರೆ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಅಮೇರಿಕೆಯ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಥಾಮಸ್‌ಗೋಲ್ಡ್ ಅವರ— "ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಮ್ಮಿನ ಘಟಕಗಳು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಅಂತರಾಳದಲ್ಲಿ ರೂಪಗೊಳ್ಳುತ್ತಿವೆ. ಎಂದೋ ಹುಗಿದು ಹೋದ ಜೀವ್ಯಾವಶೇಷಗಳಿಂದ ಮಾತ್ರ ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಮ್ಮಿನ ಘಟಕಗಳು ರೂಪಗೊಂಡಿಲ್ಲ" ಎಂಬವಾದ ಈ ಭಯವನ್ನು ನಿವಾರಿಸಬಲ್ಲದು.

"ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರುವ ಇಂಗಾಲವೆಲ್ಲ ಇಂಗಾಲದ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್‌ದಿಂದಲೇ ಬಂದಿದ್ದು; ಮತ್ತು ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಮ್ಮಿನ ಘಟಕದ ಮೊದಲ ಸದಸ್ಯ ಮೀಥೇನ್ ಉಂಟಾದದ್ದು ಜೀವಿಗಳು ದ್ಯುತಿವಿಶ್ಲೇಷಣದ ಮೂಲಕ ಇಂಗಾಲವನ್ನು ಸೇವಿಸಿದ ನಂತರವೆ" ಎಂಬ ಭೂವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ವಾದವನ್ನು ಅವರು ಒಪ್ಪುವುದಿಲ್ಲ. ಅವರ ವಾದದ ಪ್ರಕಾರ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರುವ ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಬಂದಿದ್ದು ಮೀಥೇನ್‌ದಿಂದ. ಭೂಮಿಗೆ ಮೀಥೇನ್ ಬಂದದ್ದು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಜೀವಿಗಳು ವಿಕಸಿತ ಗೊಳ್ಳುವ ಮೊದಲೇ. ಭೂಮಿಯು ರೂಪಗೊಳ್ಳುವಾಗ—ಭೂಮಿಯ ಉದರದಲ್ಲಿ ಹುಗಿದುಹೋದ ಆದಿಕಾಲದ ದ್ರವ್ಯಪಾಕ ಗೊಳ್ಳುತ್ತಲೇ ಇದೆ. ಈ ಪಾಕದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಉಲ್ಕಾಪಾತಗಳನ್ನು ಹೋಲುವಂತಹವುಗಳು, ಮೀಥೇನ್ ಮುಂತಾದ ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಮ್‌ದ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸಬಹುದು". ಈ ವಾದಕ್ಕೆ ಪುರಾವೆ ಎಂದರೆ, ಹೊಸಗ್ರಹಗಳು ನಿರ್ಮಾಣವಾಗುವಾಗ ಉಲ್ಕಾಪಾತಗಳು ಧಾತುಗಳನ್ನು ಸ್ಥಳಾಂತರ ಮಾಡುವವು. ಮತ್ತು ಜೀವಿಗಳೇ ಇಲ್ಲದ ಶನಿಗ್ರಹ ಹಾಗೂ ಅದರ ಉಪಗ್ರಹ ಟೈಟಾನ್‌ದಲ್ಲಿ ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಮ್ ಘಟಕಗಳಾದ ಹೈಡ್ರೋಕಾರ್ಬನ್ನಿನ ವಿಶೇಷತ: ಮೀಥೇನ್ ಹಾಗೂ ಈಥೇನಿನ, ವಾತಾವರಣ ಇದ್ದುದನ್ನು ಅಂತರೀಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತೀರ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಕಂಡುಕೊಂಡಿದ್ದು.

ಡಾ. ಗೋಲ್ಡರ ವಾದ ಮೇಲುನೋಟಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಚೆನ್ನಾಗಿದೆ ಎಂದು ಖಂಡಿಸುವ ಭೂವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೂ ಸಹ, ಮೀಥೇನಿನ ಉಗಮದ ಘಟ್ಟಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ ಅದನ್ನು ಖಂಡಿಸಲು ನಿಶ್ಶಸ್ತ್ರರಾಗುತಾದ್ದಾರೆ.

[ಆಧಾರ: ಸ್ಪ್ರ್ಯಾಸ್ ಪತ್ರಿಕೆ] ಸರ್ವೋತ್ತಮ ಅಂಬೇಕರ್

ಡಾ. ಜಿ. ಎನ್. ಮಧುರಾನಾಥ ದೀಕ್ಷಿತ್*

ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರೀಕರಣ-ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮತ್ತು ಯುಕ್ತ ಭಾಷೆ

ಯಾವುದೇ ಸನ್ನಿವೇಶ ಕುರಿತು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಬೇಕಾದರೆ ನಮ್ಮ ಆವಶ್ಯಕತೆಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಅದರ ಎಲ್ಲ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನೂ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದು ಒಂದೆಡೆ ನಾಲ್ಕು ಗೋಡೆಗಳ ನಡುವೆ ಕುಳಿತು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲು ಸರಿಹೊಂದುವಂಥ ಪ್ರತಿಕೃತಿಯನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಸನ್ನಿವೇಶದ ಸಂಕೀರ್ಣತೆಯಿಂದಾಗಿ (ಹಲವು ವೇಳೆ ಗಾತ್ರ ಮುಂತಾದ ತೊಂದರೆಗಳಿಂದಾಗಿ) ನೇರವಾಗಿ ವಸ್ತುಸ್ಥಿತಿಯ ಅಭ್ಯಾಸ ಕಠಿಣವಾದಾಗ ಇಂಥ ಮಾದರೀಕರಣ ಅನಿವಾರ್ಯ. ಹೀಗೆ ದೊರೆಯುವ ಮಾದರಿ ವಸ್ತುಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಹೋಲುವ ಭೌತ ಆಕೃತಿಯಾಗಿರಬಹುದು, ಇಲ್ಲವೇ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ವಸ್ತುಸ್ಥಿತಿಯ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳ ಅಮೂರ್ತ ಭಾಷಾಂತರವಾಗಿರಬಹುದು. ಸೇತುವೆ, ಮನೆ ಅಥವಾ ಅಣೆಕಟ್ಟು ಕಟ್ಟುವಾಗ ಇಂಜಿನಿಯರ್ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಮಾಡಿ ತಾನು ಕಟ್ಟಬೇಕಾಗಿರುವುದನ್ನು ಮೊದಲು ವಿನ್ಯಾಸ ಹಾಳೆಯ ಮೇಲೆ ಕಂಡುಕೊಂಡು—ಆಗುಹೋಗುಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಕಾರ್ಯತತ್ಪರನಾಗುತ್ತಾನೆ. ತಲೆಯಲ್ಲಿ ಬರುವ ಯೋಚನೆಗಳನ್ನು ಹಾಳೆಯ ಮೇಲೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಿ ಚಿಂತಿಸಿ ಅನಂತರ ಹಾಳೆಯಿಂದ ವಾಸ್ತವಿಕತೆಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಿ ಮೊದಲು ತಲೆಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಒಂದು ಕಲ್ಪನೆಯ ಭೌತ ಆಕೃತಿಯನ್ನು ನೋಡುವ ವಿಧಾನ ಇದು. ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿವಿಧ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಕಾಗದ-ಶಾಯಿಯಿಂದ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡಿದಮೇಲಲ್ಲವೇ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಿ ತಾಳೆ ನೋಡುವುದು ? ವಾಸ್ತವಿಕತೆಯ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಕಾಗದ-ಶಾಯಿಯಿಂದ ನೋಡಲು ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗೆ ಯುಕ್ತವಾಗುವಂತೆ ಸಮಂಜಸ ಭಾಷೆಯನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಯುಕ್ತ ಭಾಷೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ವಾಸ್ತವಿಕತೆಯ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಕಾಗದ-ಶಾಯಿಯ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಅನುವಾದಿಸುವುದನ್ನು ಒಂದು ಬಗೆಯ ಮಾದರೀಕರಣವೆಂದು ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಈ ಲೇಖನದ ವಸ್ತು ಇಂಥ ಮಾದರೀಕರಣವನ್ನು ಕುರಿತದ್ದಾಗಿದೆ.

---

* ಡಾ. ಜಿ. ಎನ್. ಮಧುರಾನಾಥ ದೀಕ್ಷಿತ, ಅಸಿಸ್ಟೆಂಟ್ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗ, ಶ್ರೀ ಜಯಚಾಮರಾಜೇಂದ್ರ ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಕಾಲೇಜು, ಮೈಸೂರು–570 006

ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಮಬಿಂಬಕ (Isomorphism) ಎನ್ನುವ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಇದೆ. ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಹೆಜ್ಜೆ ಹೆಜ್ಜೆಗೂ ಇದನ್ನು ಬಳಸಿ ಬಳಸಿ ಇದರ ಅಸ್ತಿತ್ವ ಎದ್ದು ಕಾಣದಷ್ಟು ಇದನ್ನು ಮೈಗೂಡಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ. ಮೈಗೂಡಿಸಿಕೊಂಡದ್ದನ್ನು ಹೊರಗಿನಿಂದ ನೋಡುವ ಹವ್ಯಾಸ ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಬಹಳ ಕಷ್ಟ. ಹಾಗೆ ನೋಡಿಕೊಂಡಾಗ ಮೈಗೂಡಿಸಿಕೊಂಡದ್ದರ ಬಗ್ಗೆ ಪ್ರಜ್ಞೆ ಮೂಡಿ ಚಿಂತನೆಗೆ ಹೊಸ ಮಾರ್ಗ ಸಿಕ್ಕುತ್ತದೆ.

ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಪ್ರತಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗೂ ಒಂದು ರಿಜಿಸ್ಟರ್ ನಂಬರನ್ನು ಕೊಡುವುದು ವಾಡಿಕೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಹಲವಾರು ಶಿವಕುಮಾರರಿರಬಹುದು. ಹೆಸರು ಒಂದೇ ಆದರೂ ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿ ಶಿವಕುಮಾರನಿಗೂ ಒಂದೊಂದು ರಿಜಿಸ್ಟರ್ ನಂಬರು ಇರುತ್ತದೆ. ವ್ಯಕ್ತಿ ಶಿವಕುಮಾರ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಒಂದು ಸಂಖ್ಯೆ ವ್ಯಕ್ತಿಯೇ ಖುದ್ದಾಗಿ ಹೋದರೂ ಆತನನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ. ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಕ್ತಿ ಶಿವಕುಮಾರನಿಗೆ ಏನು ಸಂಭವಿಸಿದರೂ ಅವೆಲ್ಲ ಕೊನೆಗೆ ಸಲ್ಲುವುದು ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ. ವ್ಯಕ್ತಿ—ಸಂಖ್ಯೆ ರೂಪಾಂತರಣ ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಜರುಗಿಸಲು ಒಂದು ಸಾಧನ ಹಾಗೂ ಅನಿವಾರ್ಯ. ಕಾಗದ–ಶಾಯಿಯ ಬಳಕೆಯೇ ವಾಸ್ತವಿಕತೆಯ ಈ ಥರದ ರೂಪಾಂತರಣಕ್ಕಾಗಿ.

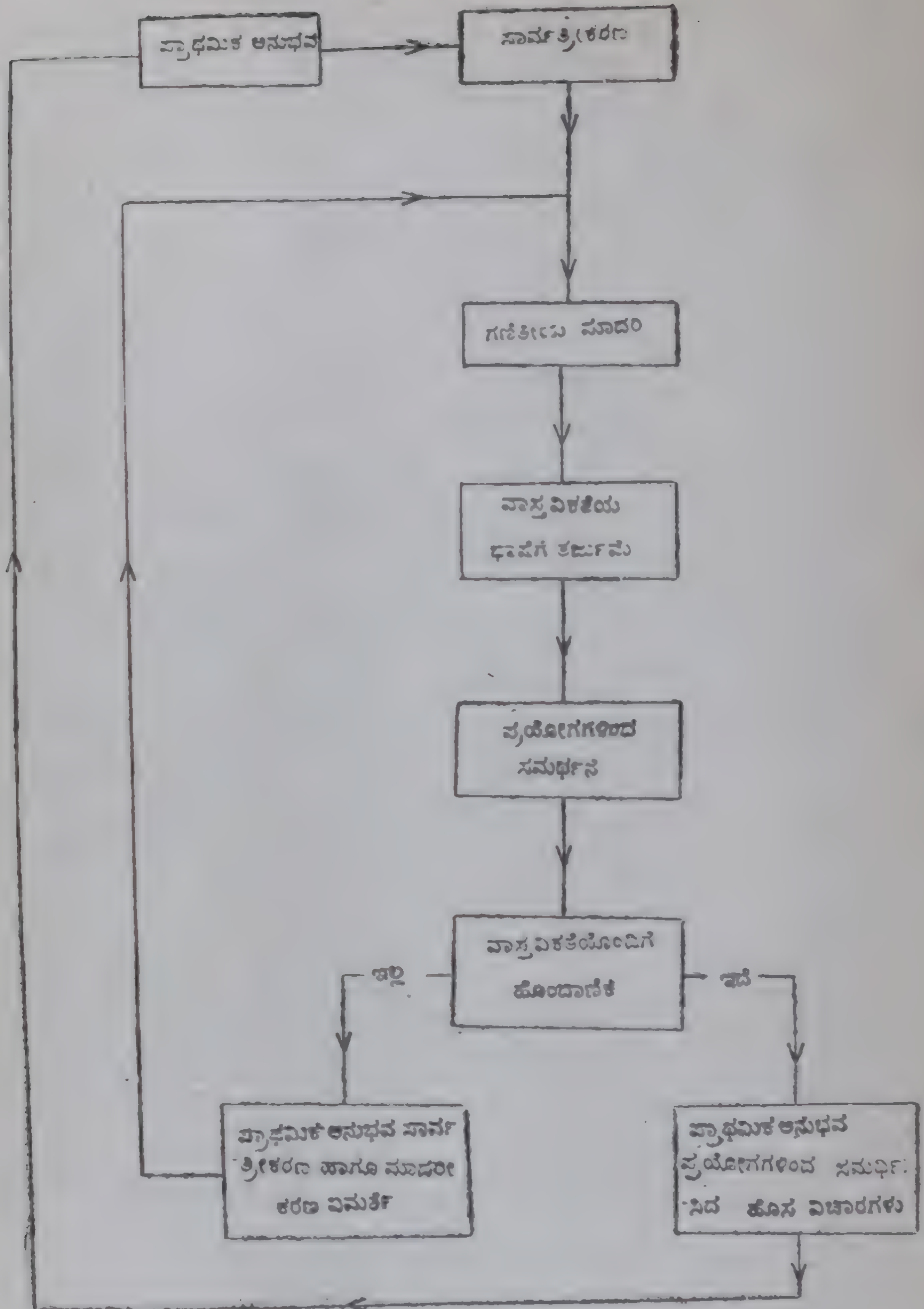
ಅಂದರೆ ಯಾವುದೇ ವಾಸ್ತವಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಬೇಕಾದರೆ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಅದರ ಒಂದು ಸಮ(ಗ್ರ) ಬಿಂಬವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ವಾಸ್ತವಿಕತೆಯಲ್ಲಿಯ ನಮಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು 'ಕ್ರಿಯೆ'ಗೆ ಹಾಗೂ 'ಧಾತು'ವಿಗೆ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಚಿಹ್ನೆಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಕಾಣುವುದು ವಾಸ್ತವಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮಾದರಿ ಅಥವಾ ಪ್ರತಿಕೃತಿ ಅಥವಾ ಬಿಂಬ ಮಾತ್ರ. ಈ ಪ್ರತಿಕೃತಿಯ ಸ್ವರೂಪ ಹಾಗೂ ವೈವಿಧ್ಯ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಚಿಂತನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಇಂಥ ಒಂದು ರೂಪಾಂತರಣವೇ ಸಮಬಿಂಬನ (Isomorphism). ಸಮಬಿಂಬನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಯಾದ ವಾಸ್ತವಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಪ್ರತಿಕೃತಿ ಸಮಬಿಂಬ (Isomorphic Image). ಸಮಬಿಂಬನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗುವ ಫಲನ ಸಮಬಿಂಬಕ. ಸಮಬಿಂಬ ಸೃಷ್ಟಿಯಾದ ಮೇಲೆ ಬಿಂಬವನ್ನು ಕುರಿತು ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನಿಗದಿಪಡಿಸಿಕೊಂಡ ಚೌಕಟ್ಟಿನೊಳಗೆ ಚಿಂತಿಸಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ 'ಹೊಸದನ್ನು' ಗುರ್ತಿಸಿ ವಿಪರ್ಯಯ ಸಮಬಿಂಬಕದ (Inverse Isomorphism) ಮೂಲಕ ಪುನಃ ವಾಸ್ತವಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಅವಲೋಕಿಸುವುದನ್ನು ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರೀಕರಣವೆನ್ನಬಹುದು. ಸಂದರ್ಭಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಮಾದರೀಕರಣಕ್ಕೆ ಯುಕ್ತ ಭಾಷೆಯನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ರೀತಿಯ ಚಿಂತನೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಚಿಂತನೆ. ಯಾವುದೇ ಭೌತ ಸನ್ನಿವೇಶವನ್ನು ಕುರಿತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಬೇಕಾದರೆ ಇಲ್ಲವೇ ಅದರ ಭವಿಷ್ಯತ್ತನ್ನು

ನಿರ್ಧರಿಸಬೇಕಾದರೆ ಈ ಭೌತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಅನುಭವ ಅಥವಾ ಮಾಹಿತಿ ತಿಳಿದಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಮಾಹಿತಿಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮುಂದೆ ಹೇಗೆ ವರ್ತಿಸಬಲ್ಲದು ಎಂದು ತಿಳಿಯುವುದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಚಿಂತನೆಯ ಉದ್ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು. ಸನ್ನಿವೇಶಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಚಿಂತನೆಗೆ ಒಂದು ಚೌಕಟ್ಟನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಅವಶ್ಯ. ಸನ್ನಿವೇಶದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಯಾವ ವಿರೋಧಾಭಾಸವೂ ಇಲ್ಲದೆ ಈ ಚೌಕಟ್ಟಿನಲ್ಲಿಯೇ ಇರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ತಳಹದಿಯೂ ಇದೇ ರೀತಿಯ ಚಿಂತನೆಯಿಂದ ಕೂಡಿದೆ. ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ ಯಾವುದೇ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಭೌತ ಸಂದರ್ಭಕ್ಕಾಗಿ ಬೆಳೆಯದೆ ತನ್ನದೇ ಪರಿಸರವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿಕೊಂಡು ತನಗಾಗಿ, ತನ್ನ ಅಮೂರ್ತತೆಗಾಗಿ ಬೆಳೆಯ ತೊಡಗಿದೆ. ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಮೂಲ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಿಗೆ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಸ್ಫೂರ್ತಿ ಭೌತ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಿಂದ ದೊರೆತಿದ್ದರೂ ಅದು ಕೇವಲ ಸ್ಫೂರ್ತಿಗೆ ಸೀಮಿತವಾಗಿದ್ದು ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ತನ್ನ ಸ್ವಂತ ಸ್ವತಂತ್ರ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನಾಗಿ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ ಉಳಿಸಿಕೊಂಡಿದೆ. ಸುಸಂಗತೆ ಹಾಗೂ ದೃಢತೆ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಧಾತುಗಳು. ಸತ್ಯಾನ್ವೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಇವು ಅನಿವಾರ್ಯ. ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಈ ರೀತಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆ ನಿರಂತರ ಕ್ರಿಯೆ. ಈ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗಿರುವ ಸಾಹಿತ್ಯದ ಯಾವುದೋ ಭಾಗವನ್ನು ಬೇರೆ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದಾಗಿ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಈ ಭಾಗ ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಹಾದಿಯನ್ನು ಹಿಡಿದು ಇದರಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅನ್ವಯ ಮುಖ್ಯವಾದ ಗುರಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಅನ್ವಿತ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರವೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಭೌತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದ ದೊರೆಯುವ ಸ್ಫೂರ್ತಿಯೇ ಅನ್ವಿತ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ತಳಹದಿ. ಭೌತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಸ್ಫೂರ್ತಿಯಿಂದ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ನಿಂತು ತನ್ನ ಸುಸಂಗತೆ ಹಾಗೂ ಅಮೂರ್ತತೆಗಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಶುದ್ಧ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರವೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಇದರ ಯಾವ ಅಂಶ ಯಾವ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಅನ್ವಿತ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರವಾಗಿ ಬೆಳೆಯಬಲ್ಲದು ಎಂಬುದನ್ನು ಯಾರೂ ಹೇಳಲಾರರು.

ಭೌತ ಸನ್ನಿವೇಶದ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಸಮರ್ಪಕವಾದ ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರಿಯನ್ನು ರೂಪಿಸುವುದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆ—ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರಿ ಇವುಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಈ ಮುಂದಿನ ಚಿತ್ರದಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು.

ಮಾದರೀಕರಣ, ಪ್ರಸಂಗಗಳನ್ನು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಎರಡು ವಿಧಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು :— (1) ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನತೆ ಅಭಿಗೃಹೀತ (Continuum assumption) ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನಿಂತ ಸಂದರ್ಭಗಳು ಹಾಗೂ (2) ಇನ್ನುಳಿದವು. ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನತೆ ಅಭಿಗೃಹೀತ ಆಧಾರದ ಸಂಗತಿಗಳಿಗೆ ಕಲನಶಾಸ್ತ್ರ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಿಂದ (Concepts of Calculus) ಉಂಟಾದ ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರಿಗಳು ಹಾಗೂ ಅಂಕಗಣಿತ ಪರಿಕರ್ಮಗಳೇ ಸಾಕು. (ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಇಂಥ ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರಿಗಳು



ಚಿರಪರಿಚಿತ. ಹಾಗೆಂದೇ ಇಂಥ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸುವುದಿಲ್ಲ.) ಇನ್ನುಳಿದ ಮಾದರಿಗಳಿಗೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಹೊಸ ಭಾಷೆಯನ್ನೇ ಸೃಷ್ಟಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗಿ ಬಂದು ಪರಿಕರ್ಮಗಳನ್ನು ಸಂದರ್ಭಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಪದ ಹಾಗೂ ಚಿಹ್ನೆಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಗೆ ಮಿತಿ ಇರುವುದರಿಂದ ಅಂಕಗಣಿತ ಚಿಹ್ನೆ

ಗಳಾದ +, ., =, ≤, ≥ ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನೇ ಹೊಸ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೂ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಹಾಗೂ ಸಂದರ್ಭಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಕರ್ತೃ ಕೊಟ್ಟ ಅರ್ಥಗಳು ಈ ಚಿಹ್ನೆಗಳಿಗೆ ಸಲ್ಲುತ್ತವೆ.

ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮತ್ತು ಯುಕ್ತಭಾಷೆ-ಒಂದು ನಿದರ್ಶನ

ಮಾನವನ ಗಣಕ ಶಕ್ತಿಯ ವೇಗಕ್ಕೆ ಮಿತಿ ಇದೆ. ಹೇರಳ ಅಂಕಗಣಿತೀಯ ಪರಿಕರ್ಮಗಳಿದ್ದರೆ ಆತನ ನೆರವಿಗೆ ಗಣಕ ಯಂತ್ರಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ. ಮಣಿ ಚೌಕಟ್ಟು (ಅಬಾಕಸ್), ಸ್ಲೈಡ್‌ರೂಲುಗಳಾದ ಮೇಲೆ ಗಣಕ ಯಂತ್ರಗಳ ಮೊರೆಹೊಕ್ಕಿದ್ದಾನೆ. ಮಾನವನಿಗೆ ಸಹಜವಾದ ಬಳಲಿಕೆ, ಅಸಡ್ಡೆ ಮುಂತಾದ ಗುಣಗಳು ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂತೆಯೇ ಮಾನವನಿಗೆ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲೇ ವಿಶ್ವಾಸ ಹೆಚ್ಚು, ಅಲ್ಲದೆ ಅವು ಈತನ ಪ್ರಭುತ್ವವನ್ನು ಪ್ರಶ್ನಿಸುವುದಿಲ್ಲ; ಏಕೆಂದರೆ ಮಾನವ ಅವಕ್ಕೆ ಚಿಂತನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನೇ ಕೊಡದೆ ಇನ್ನೆಲ್ಲವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ. ಕೃತಕಚಿಂತನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ (Artificial Intelligence) ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯುಂಡಾಗಿ ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಚಿಂತನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮಾನವ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ ಎಂಬುದಾಗಿ ಕೆಲವರು ತಿಳಿಯುವುದೂ ಉಂಟು.

ನಮ್ಮ ಗಣಕ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನೇ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸ ಹೊರಟರೆ ಕೆಲವು ಅಂಶಗಳು ಗೋಚರವಾಗುತ್ತವೆ. ಕಾಗದದ ಬಹುಮುಖ್ಯ ಉಪಯೋಗ ವಿಷಯ ಅಥವಾ ಮಾಹಿತಿ ಸಂಗ್ರಹಣೆ-ಮುಂದೆ ಮಾಡಬೇಕಾಗಿರುವ ಪರಿಕರ್ಮಗಳ ಪಟ್ಟಿ (ಅಲ್ಗಾರಿಥಮ್ ಅಥವಾ ಪ್ರೋಗ್ರಾಂ) ಹಾಗೂ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಈ ಸಂಗ್ರಹ ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಗಣಕ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಆಗಿಂದಾಗ್ಯೆ ಬರುವ ಉತ್ಪತ್ತಿಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸುವುದು ಈ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ. ಗಣಕ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುವುದು ಮೆದುಳಿನಲ್ಲಿ; ಇದನ್ನು ಪ್ರಾಸಸರ್ ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಮೆದುಳಿನ ಎರಡು ಮುಖ್ಯ ಕೆಲಸಗಳೆಂದರೆ ಪರಿಕರ್ಮ ಸೂಚನೆಗಳ ನಿಯಂತ್ರಣ ಹಾಗೂ ಗಣಕಕ್ರಿಯೆ. ಗಣಕಯಂತ್ರ ಮಾನವನ ಮೆದುಳಿನ ಒಂದು ಮಾದರಿ. ಗಣಕಯಂತ್ರ ಮಾನವನ ಮೆದುಳು ಮಾಡುವ ಎಲ್ಲ ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ಮಾಡಬಲ್ಲದು; ಆದರೆ ಇದು ಚಿಂತಿಸಲಾರದು.

ಗಣಕಯಂತ್ರ ವಿಜ್ಞಾನ ಒಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪ್ರಪಂಚ. ಇದರಲ್ಲಿಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವೇ ಇಲ್ಲ. ಬೇರೆ ಕೆಲವು ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗತಿಗಳ ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಅರ್ಥೈಸಲು ಅಂಕಗಣಿತ ಪರಿಕರ್ಮಗಳೇ ಸಾಕು. ಆದರೆ ಗಣಕಯಂತ್ರ ವಿಜ್ಞಾನದಂಥ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನೇ ಯುಕ್ತ ಗಣಿತೀಯ ಭಾಷೆಯಿಂದ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಗಣಸಿದ್ಧಾಂತದ ಹಲವು ಪ್ರಕಾರಗಳು ಹಾಗೂ ಪರಿಕರ್ಮಗಳು ಇಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತವೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಗಣಕಯಂತ್ರಗಳು ಸಾಂತ ಸ್ಥಿತಿ ಯಂತ್ರಗಳು (Finite State Machines). ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಗಣಕ ಯಂತ್ರದ ಗುಣ ವಿಶೇಷಗಳು:

1. ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಗಣಕಯಂತ್ರದ ಹೂರಣ ಹಲವು ಧಾತುಗಳು ಒಂದು ಗಣ, ಹಾಗೂ ಕೆಲವು ಸ್ಥಿತಿಗಳು (Stable states). ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಧಾತುವೂ ಗೊತ್ತಾದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಒಂದು ಸ್ಥಾಯೀ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರಬಲ್ಲದು.

2. ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಗಣಕಯಂತ್ರದ ಪರಿಕರ್ಮಗಳು ಅನುಕ್ರಮ ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತವೆ (Sequential operations). (ನಾಲ್ಕನೇ ತಲೆಮಾರಿನ ಗಣಕಯಂತ್ರಗಳ ವಿನ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಪರಿಕರ್ಮಗಳು ಅನುಕ್ರಮ ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವುದು ಗೌಣವಾಗಿದ್ದು ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ನಡೆಯುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇರುವಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ.)

3. ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಗಣಕಯಂತ್ರ ಅನಂತರದ ಸ್ಥಾಯೀ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಖಚಿತವಾಗಿ ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲ ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಗಣಕಯಂತ್ರಗಳೂ ದ್ವಿಸ್ಥಾಯೀಸ್ಥಿತಿ ಸಾಧನಗಳನ್ನು (Bistable devices) ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲಗಳನ್ನು (Circuits) ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಯಾವುದೇ ವಿದ್ಯುತ್ಸಂಜ್ಞೆ (Elecrical signal) $x(t)$ ಗೊತ್ತಾದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯವಿರುವ ಎರಡು ಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ–ಇರುವಿಕೆ ಅಥವಾ ಇಲ್ಲದಿರುವಿಕೆ–ಒಂದರಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಇರಬಲ್ಲದು. ಇರುವಿಕೆಯನ್ನು 1 ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿ ಇಲ್ಲದಿರುವಿಕೆಯನ್ನು 0 ಎಂದು ಸೂಚಿಸಬಹುದು. ಇನ್ನೂ ವಿಶದ ಪಡಿಸಬೇಕಾದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ಸಂಜ್ಞೆಯ ಘಾತಬೆಲೆ ಖಚಿತ ಪಡಿಸಿದ ಒಂದು ಬೆಲೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ 1 ಎಂದೂ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಅಡಿಮೆ ಆದಾಗ 0 ಎಂದೂ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಈ ಖಚಿತ ಬೆಲೆಗೆ ಸೀಮಾ ಬೆಲೆ (threshold value) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದಕ್ಕೆ ಸರಿಹೊಂದುವಂತೆ ಎರಡು ಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಯಿಯಾಗಿರುವಂತೆ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಗಣಿತೀಯವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಗಣಕಯಂತ್ರದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಒಟ್ಟು 'r' ನಿಗದಿತ ದ್ವಿಸ್ಥಾಯೀ ಸ್ಥಿತಿಯ ಸಾಧನಗಳಿಂದ ನಿಗದಿಪಡಿಸಬಹುದು. $S_1, S_2, S_3, \ldots S_r$ ಇವು ಸ್ಥಾಯೀ ಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದರೆ $x=(x_1, x_2, \ldots\ldots, x_r)$ ಎಂದು r–ಸದಿಶವನ್ನು (r-vector) ಗಣಕಯಂತ್ರದ ಸ್ಥಿತಿ ಸೂಚಕ ಸದಿಶ (ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ಸ್ಥಿತಿ ಸದಿಶ) ಎಂದು ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸ್ಥಿತಿ ಸಾಧನಕ್ಕೂ ಎರಡು ಸ್ಥಿತಿಗಳು 1 ಇಲ್ಲ 0 ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ. ಅಂದರೆ $x = (1, 0, 0, 1, 0, \ldots\ldots 0, 1)$ ಗಣಕ ಯಂತ್ರದ ಒಂದು ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದರೆ $x=(0, 1, 1, 1, \ldots\ldots 1, 0, 0, 1)$ ಇನ್ನೊಂದು ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. (x_i, $i = 1, 2, \ldots\ldots r$ ಧಾತುವಿಗೆ ಕೇವಲ ಎರಡು ಬೆಲೆ (ಸ್ಥಿತಿ)ಗಳು

ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ ; 1 ಇಲ್ಲವೇ 0, ಅಂದರೆ ಇರುವಿಕೆ ಇಲ್ಲವೇ ಇಲ್ಲದಿರುವಿಕೆ). ಇಲ್ಲಿ ಅಂಕಾತ್ಮಕ ಗಣಕಯಂತ್ರದ ವಿನ್ಯಾಸ ಗುಣವಿಶೇಷಗಳನ್ನು ಜ್ಞಾಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಅಪೇಕ್ಷಣೀಯ.

ಅಂದರೆ ಗಣಕಯಂತ್ರದೊಳಗಿನ ಆಗುಹೋಗುಗಳನ್ನು ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ನಮೂದಿಸಲು ಭಾಷೆಯೊಂದನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ ಎಂದಾಯಿತು. ಗಣ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡಿರುವ ಈ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಂತ ಸ್ಥಿತಿಯಂತ್ರವನ್ನು (Finite State Machine) ಈ ರೀತಿ ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಬಹುದು.

ವ್ಯಾಖ್ಯೆ : ಸಾಂತ ಸ್ಥಿತಿಯಂತ್ರ ಐದು ಧಾತುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿರುವ [A, S, Z, V, Z] ಎಂಬ ಜೋಡಣೆ ಅಥವಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆ. ಇಲ್ಲಿ

$A = \{a_0, a_1, \cdots\cdots, a_n\}$ ನಿವೇಶ ಸದಿಶ (Input vector)

$Z = \{z_0, z_1, \cdots\cdots, z_m\}$ ನಿರ್ಗಮ ಸದಿಶ (Output vector)

$S = \{s_0, s_1, \cdots\cdots, s_r\}$ ಅಂತಃಸ್ಥಿತಿ ಸದಿಶ (Internal State vector)

V = ಅನಂತರದ ಸ್ಥಿತಿ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಫಲನ (Next State Function)

Z = ನಿರ್ಗಮ ಫಲನ (Output Function)

$S \times A$ ಎಂಬುದು S ಮತ್ತು A ಗಣಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧ ಗಣ—

$$S \times A = \left\{ (r_i, a_j) \,\middle|\, \begin{array}{l} r_i \in S,\ i = o, 1, \cdots\cdots r \\ a_j \in A,\ j = o, 1, \cdots\cdots n \end{array} \right\}$$

V = ಎಂಬುದು $S \times A$ ಗಣದಿಂದ S ಗಣಕ್ಕೂ Z ಎಂಬುದು $S \times A$ ಗಣದಿಂದ Z ಗಣಕ್ಕೂ ಕೊಂಡೊಯ್ಯುವ ಫಲನಗಳು.

ಈ ರೀತಿಯ ಭಾಷಾಂತರವಾದ ಮೇಲೆ ಗಣಕಯಂತ್ರ ಕುರಿತ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳೆಲ್ಲ ನಡೆಯುವುದು ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಈ ಭಾಷೆಯಲ್ಲೇ.

ಇನ್ನೊಂದು ಉದಾಹರಣೆ—ಉಕ್ತಿ ಸಮಸ್ಯೆ ಕಲನಶಾಸ್ತ್ರ (Propositional calculus). ಒಂದು ಉಕ್ತಿ ನಿಜ ಇಲ್ಲವೇ ಸುಳ್ಳು ಆಗಿರಬಹುದು. ಆದರೆ ಎರಡೂ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸಂಭವಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಉಕ್ತಿಯನ್ನು p ಎಂದು ಸೂಚಿಸೋಣ. p ನಿಜವಾಗಿದ್ದರೆ p ಯ ಬೆಲೆ 1 ಎಂದೂ, ಸುಳ್ಳಾಗಿದ್ದರೆ 0 ಎಂದೂ ಸೂಚಿಸೋಣ. ಉದಾರಣೆಗೆ "ಆ ದೀಪ ಉರಿಯುತ್ತಿದೆ" ಎಂಬುದನ್ನು p ಎಂದು ತಿಳಿದರೆ ಆ ದೀಪ ಉರಿಯುತ್ತಿದ್ದರೆ p ಯ ಬೆಲೆ 1, ಒಂದು ವೇಳೆ ಆ ದೀಪ ಉರಿಯದಿದ್ದರೆ p ಯ ಬೆಲೆ 0 ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ. P^1 ಎಂಬುದು p ಯ ವಿರುದ್ಧವನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದರೆ ಅಂದರೆ p^1 'ಎಂಬುದು' ಆ ದೀಪ ಉರಿಯುತ್ತಿಲ್ಲ' ಎಂಬ ಉಕ್ತಿಯಾದರೆ p^1 ನ 'ಬೆಲೆ' 1 ಆದಾಗ p ಯ ಬೆಲೆ 0 ಆಗಿದ್ದು p^1 'ನ ಬೆಲೆ 0 ಆದಾಗ p ಯ ಬೆಲೆ' 1 ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಎರಡು ಮೂರು ಉಕ್ತಿಗಳ ಮಿಲನದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಹೊಸ ಉಕ್ತಿ ಹುಟ್ಟಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ p ಎಂಬುದು 'ಉಷ್ಣತೆ 60° C ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು' ಎಂಬ ಉಕ್ತಿಯಾಗಿದ್ದು q ಎಂಬುದು 'ತೇವಾಂಶ 50% ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು' ಎಂದಾದರೆ p ಮತ್ತು q ಎಂಬುದು 'ಉಷ್ಣತೆ 60°C ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಹಾಗೂ ತೇವಾಂಶ 50% ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು' ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ. p ಮತ್ತು q ಒಟ್ಟಿಗೆ ನಿಜವಾಗಿರುವಂಥ ಉಕ್ತಿಯನ್ನು PQ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಬಹುದು. p ಮತ್ತು q ಉಕ್ತಿಗಳಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಉಕ್ತಿಯನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಬಹುದು. 'ಉಷ್ಣತೆ 60°C ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಇಲ್ಲವೇ ವಾತಾವರಣ ತೇವಾಂಶ 50% ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು' ಅಂದರೆ p ಇಲ್ಲವೇ q ಇದನ್ನು p+q ಎಂದು ಸೂಚಿಸಬಹುದು. ಈಗ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು.

p	q	pq	$p+q$
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	1

ಚಿಕ್ಕ ಸಮಸ್ಯೆಯೊಂದನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ :—

ಉಗ್ರಾಣದ ಹವಾನಿಯಂತ್ರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಇಲ್ಲವೇ ಹೆಚ್ಚು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

1. ಉಗ್ರಾಣದಲ್ಲಿಯ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು 100 ಟನ್‌ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ, ತೇವಾಂಶ ಕಡೇಪಕ್ಷ 50% ಹಾಗೂ ಉಷ್ಣತೆ 60°C ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ.

2. ಉಗ್ರಾಣದಲ್ಲಿಯ ಪದಾರ್ಥಗಳ ತೂಕ 100 ಟನ್ ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು ಉಷ್ಣತೆ 60°C ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ.

3. ಉಗ್ರಾಣದಲ್ಲಿಯ ಪದಾರ್ಥ ತೂಕ 100 ಟನ್‌ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಆಗಿದ್ದು ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡ 300 ಮಿ. ಮಿ. ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ.

ಹವಾನಿಯಂತ್ರಣದ ಸ್ವಿಚ್ ಹಾಕುವುದು A ಎಂದು ಸೂಚಿಸೋಣ. ತೂಕ 100 ಟನ್ ಹಾಗೂ ಹೆಚ್ಚನ್ನು W ಎಂದೂ ತೇವಾಂಶ ಕಡೇ ಪಕ್ಷ 50% ಎಂಬುದನ್ನು H ಎಂದೂ ಉಷ್ಣತೆ 60°c ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಎಂಬುದನ್ನು T ಎಂದೂ ಒತ್ತಡ 300 ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ಎಂಬುದನ್ನು P ಎಂದೂ ಸೂಚಿಸೋಣ.

ಈಗ ಒಂದನೇ ನಿಬಂಧನೆ W^1HT, ಎರಡನೆಯದು WT, ಮತ್ತು ಮೂರನೆಯದು W^1P. ಈ ಮೂರರಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ನಿಜವಾದಾಗ A ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ

$$A = W^1HT + WT + W^1P$$

ಬೂಲಿಯನ್ ಪರಿಕರ್ಮಗಳಿಂದ ಇದನ್ನು

$$A = T(H+W) + W^1P$$

ಅಂದರೆ, ಉಷ್ಣತೆ 60°c ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಹಾಗೂ ತೂಕ 100 ಟನ್ ಇಲ್ಲವೇ ತೇವಾಂಶ ಕಡೇ ಪಕ್ಷ 50%, ಇಲ್ಲವೇ ತೂಕ 100 ಟನ್‌ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿದ್ದು ಒತ್ತಡ 300 ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ಹವಾನಿಯಂತ್ರಣ ಸ್ವಿಚ್ಚನ್ನು ಹಾಕಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ 'ಎರಡು' 'ಎರಡರಲ್ಲಿ ಒಂದು' ಮತ್ತು 'ಅಲ್ಲ' ಈ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳ ಗಣಿತೀಯ ಸ್ವರೂಪಗಳೇ ಬೂಲಿಯನ್ ಪರಿಕರ್ಮಗಳು. ಈ ಬೂಲಿಯನ್ ಪರಿಕರ್ಮಗಳ ಗಣಿತೀಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಗಣಿತೀಯವಾಗಿ ಉಂಟಾದ ಸುಸಂಗತ ಪ್ರಮೇಯಗಳಿಂದ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನು ಸರಳವಾಗಿ ಅರ್ಥೈಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ

$$T = x^1y^1z^1 + x^1y^1z + x^1yx + xyz + xy^1z + xy^1z^1$$

ಈ ದೊಡ್ಡ ಉಕ್ತಿಯನ್ನು

$$T = (x+y^1+z)\ (x^1+y^1+z)$$

ಎಂದು ಸುಲಭವಾಗಿ ಬರೆಯಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ x, y, z ಗಳು ಉಕ್ತಿಗಳಾಗಿದ್ದು x^1, y^1, z^1 ಗಳು ಅವುಗಳ ವಿರುದ್ಧ ಉಕ್ತಿಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. T ಎಂಬುದು ಈ ಎಲ್ಲ ಉಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದ ಒಂದು ಪರಿಸ್ಥಿತಿ.

* * *

ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರೀಕರಣವೆಂದರೆ ವಸ್ತುಸ್ಥಿತಿಗೆ ಗಣಿತೀಯ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಸಮಬಿಂಬವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿ ಕಾಗದ-ಶಾಯಿಯಿಂದ ಈ ಬಿಂಬದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಸ್ಥಿತಿಯ ಆಗುಹೋಗುಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ವಿಪರ್ಯಯ ಸಮಬಿಂಬಕದ ಮೂಲಕ ವಸ್ತುಸ್ಥಿತಿಗೆ ಪುನಃ ಮರಳುವುದು. ಸಂದರ್ಭಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಯುಕ್ತಭಾಷೆಯನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಪೂರ್ವಯೋಜಿತ ಚೌಕಟ್ಟಿನೊಳಗೆ ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ರೀತಿಯ ಚಿಂತನೆ

ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ತಳಹದಿ. ಈ ರೀತಿಯ ಚಿಂತನೆ ಎಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಿ ಬರುವುದೋ ಅಲ್ಲೆಲ್ಲ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ ಹೇಗೋ ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ. ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳ ಸಂಕೀರ್ಣತೆಗಳಿಂದಾಗಿ ಯಾವುದೇ ಹುಂಬತನಕ್ಕೆ ಅವಕಾಶವಿರದೆ ಕ್ಷೇತ್ರಯಾವುದಾದರೇನು—ಅರ್ಥಶಾಸ್ತ್ರವೇ ಇರಬಹುದು ಇಲ್ಲವೇ ಪರಮಾಣು ಶಾಸ್ತ್ರವೇ ಇರಬಹುದು ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ಚಿಂತನೆ ಅನಿವಾರ್ಯ.

ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರವೆಂಬ ಪ್ರೇಯಸಿ ಒಲಿಯಲಿ ಒಲಿಯದೇ ಇರಲಿ ಅವಳೊಡನೆ ಸಂಚರಿಸುವುದು ಕೆಲವು ಸಂಶೋಧಕರಿಗೆ ಫ್ಯಾಶನ್ ಕೂಡ-ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರೇಯಸಿಯ ಸುತ್ತ ಹಲವಾರು ರಾಜಕುಮಾರರು. ಅದಕ್ಕೆಂದೇ ತೋರುತ್ತದೆ Mathematics is the queen of all sciences ಎಂದಿರುವುದು. ಆದರೆ ಈಕೆಯ ಹಿರಿಮೆ ಎಂದರೆ ತನ್ನದೇ ಒಂದು ಪುಟ್ಟ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಯಾವ ರಾಜಕುಮಾರರ ಕಾಟವೂ ಇಲ್ಲದೆ ತಪಸ್ಸು ಮಾಡುತ್ತಾ ಬೆಳೆಯುವುದು ; ಇದೇ ಶುದ್ಧ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ.

ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿಯ ಉನ್ನತ ಮಟ್ಟದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಎಲ್ಲವೂ ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರೀಕರಣದಿಂದಾಗಿ ಸಾಮಾನ್ಯನಿಗೆ ಅದು ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರವೆಂದೇ ತೋರಬಹುದು. ಉನ್ನತ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೂ ಹಾಗೂ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೂ ನಡುವೆ ಸೀಮಾರೇಖೆಯನ್ನು ಗುರ್ತಿಸುವುದು ಅತಿ ಕ್ಲಿಷ್ಟ. ಉನ್ನತ ವಿಜ್ಞಾನದ ಭಾಷೆಯೇ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರವಾಗಿ ಹೋಗಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ಹಾಗೂ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಗಳೊಳಗಿನ ಸಂಬಂಧ ಅತಿನಿಕಟವಾಗಿದ್ದು ಒಂದನ್ನುಳಿದು ಇನೊಂದಿರುವುದು ಅಸಾಧ್ಯವೆನಿಸಿದೆ.

ವಿಜ್ಞಾನ ವಾರ್ತೆ

ಬೆಳಗಿನ ೯ ಗಂಟೆ : ಹೃದಯಾಘಾತದ ಸಮಯ :

1984ರ ವಸಂತಕಾಲದ ಒಂದು ದಿನ. ಹಾರ್ವರ್ಡ್ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಶಾಲೆಯ ಡಾ. ಮುಲ್ಲರ್ ಹೃದಯಾಘಾತಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿ ತಯಾರಿಸಿದ ತನ್ನ ಒಂದು ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನವನ್ನು ಗೋಷ್ಠಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಓದಿದಾಗ, ಶ್ರೋತೃಗಳಲ್ಲೊಬ್ಬ ಈ ರೀತಿ ಟೀಕಿಸಿದ: "ನಿಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಬೇಸಿಗೆ ಕಾಲಕ್ಕಿಂತ ಚಳಿಗಾಲದಲ್ಲಿ ಹೃದಯಾಘಾತಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸಬೇಕು ಎಂದಂತಾಗುತ್ತದೆ." ಮುಲ್ಲರ್‌ನಿಗೆ ಶ್ರೋತೃವಿನ ಈ ಅನಿಸಿಕೆ ಅಸಂಭವವೇನಲ್ಲ ಎಂದು ಅನ್ನಿಸಿದ್ದರಿಂದ, ಟೀಕೆಯನ್ನು ಗಂಭೀರವಾಗಿಯೇ ಪರಿಗಣಿಸಿದ. ಹೃದಯಾಘಾತದ ಬಗ್ಗೆ ಈ ಮೊದಲು ಸಂಗ್ರಹವಾದ ಮಾಹಿತಿ ಹಾಗೂ ದಾಖಲೆಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದಾಗ, ಹೃದಯಾಘಾತಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಹಾಗೂ ವರ್ಷದ ಯಾವುದೇ ಋತುವಿಗೂ ಸಂಬಂಧವಿಲ್ಲದ್ದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಆದರೆ ಹೃದಯಾಘಾತ ಹಾಗೂ ಅದು ಸಂಭವಿಸಿದ ಸಮಯದ ಬಗ್ಗೆ ಮಾತ್ರ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವಿದ್ದದ್ದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಹೆಚ್ಚಿನ ಹೃದಯಾಘಾತಗಳು ಬೆಳಗಿನ 9 ಗಂಟೆಗೆ ಸಂಭವಿಸಿದ್ದನ್ನು ಅವು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟವು. ಅನಂತರ ಇತರೇ ಜನರು ಕೈಗೊಂಡ ಪರಿಶೀಲನೆ ಸಹ ಕೇವಲ ಹೃದಯಾಘಾತವಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಪಾರ್ಶ್ವವಾಯುವಿನ ಹೊಡೆತವೂ ಸಹ ಸಂಭವಿಸುವುದು ಬೆಳಗಿನ 9 ಗಂಟೆಗೇನೇ ಎಂಬುದನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿತು.

ಇದೇ ಸಮಯಕ್ಕೆ ಅಮೆರಿಕದ National Heart, Blood and Lung Institute, ಒಂದು ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಕೈಗೊಂಡಿತ್ತು. ಈ ಯೋಜನೆಯ ಉದ್ದೇಶ ಎಂದರೆ, Propranolol ಅಥವಾ Hyaluronidase ಔಷಧಗಳು, ಸಾವುತರದ (Non fatal) ಹೃದಯಾಘಾತದಿಂದ ಬಳಲಿದ ರೋಗಿಗೆ ಆದ ನಷ್ಟವನ್ನು ಎಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ ತುಂಬಬಲ್ಲವು? ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದಾಗಿತ್ತು. ಹೃದಯಾಘಾತ (Non fatal) ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ಅನಂತರ 18 ಗಂಟೆಗಳ ಅವಧಿಯವರೆಗೆ ಮಾತ್ರ ಈ ಔಷಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದನ್ನು ರೋಗಿಗೆ ಕೊಡಬೇಕಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಅದಕ್ಕಾಗಿ 3000 ಹೃದಯಾಘಾತದ ರೋಗಿಗಳನ್ನು ಕಲೆಹಾಕಿ ಅದರಲ್ಲಿ 847 ಜನರ ಮೇಲೆ ಈ ಔಷಧ ಪ್ರಯೋಗಮಾಡಲಾಗಿತ್ತು. ಅದರಿಂದ ಅವರೆಲ್ಲರಿಗೆ ಹೃದಯಾಘಾತ ಯಾವಾಗ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿತ್ತು ಎನ್ನುವ ಬಗ್ಗೆ ದಾಖಲೆಯೂ ಸಿಕ್ಕಿತು. ಅದರ ಪ್ರಕಾರ ಹೃದಯಾಘಾತದ ಸಂಭವ ಬೆಳಗಿನ 9 ಗಂಟೆಗೆ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಎಂತಲೂ ರಾತ್ರಿ 11 ರಿಂದ 12 ಗಂಟೆಯಲ್ಲಿ ಅತಿಕಡಿಮೆ ಎಂತಲೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿತು.

ಮುಲ್ಲರ್‌ನಿಗೆ ಈಗಲೂ ಅನುಮಾನ. ರೋಗಿಗಳಿಗೆ ಬಹುಶಃ ರಾತ್ರಿಯೇ ಹೃದಯಾಘಾತ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿದ್ದಿರಬಹುದು. ಆದರೆ ಅವರಿಗೆ ಬೆಳಗ್ಗೆ ಎಚ್ಚರವಾದ ಮೇಲೆ ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತಿರಬಹುದು ಎಂದು ಆತನ ಶಂಕೆ. ಆದರೆ ಈ ಶಂಕೆ ಬೇಗನೆ ದೂರವಾಯಿತು. ಏಕೆಂದರೆ ಅದಕ್ಕೊಂದು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಾಕ್ಷ್ಯ ದೊರೆಕಿತು. ಹೃದಯಾಘಾತ ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ನಾಲ್ಕು ಗಂಟೆಗಳ ಅನಂತರ ಕ್ರಿಯೇಟಿನ್ ಕೈನೇಸ್ (Creatinie Kinase) ಎಂಬ ಕಿಣ್ವ ರಕ್ತ ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ಶ್ರವಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ. ರಕ್ತದಲ್ಲಿರುವ ಕ್ರಿಯೇಟಿನ ಕೈನೇಸ್‌ನ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ತಿಳಿದು ಹೃದಯಾಘಾತ ಯಾವಾಗ ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತು ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ರೋಗಿಗಳಲ್ಲಿಯ ಕ್ರಿಯೇಟಿನ್ ಕೈನೇಸ್‌ದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದಾಗಲೂ ಸಹ ಹೃದಯಾಘಾತ ಬೆಳಗಿನ 9 ಗಂಟೆಗೇನೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾದದ್ದು ಎಂಬುದು ಖಚಿತವಾಯಿತು.

ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಉತ್ತೇಜನಗೊಂಡ ಪಾರ್ಶ್ವವಾಯು ರೋಗತಜ್ಞ ಡಾ. ರಾಬರ್ಟಸನ್ ಸಹ ಪಾರ್ಶ್ವವಾಯುವಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ದಾಖಲೆಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದನು. ಅಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ ಪಾರ್ಶ್ವವಾಯು ಹೊಡೆಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಬೆಳಗಿನ 9 ಗಂಟೆಗೆ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಎಂತಲೂ ನಸುಕಿನ 3ರಿಂದ 4ಗಂಟೆಯ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ಎಂತಲೂ ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಆದರೆ ಇದಕ್ಕೆ ಇನ್ನೂ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಾಕ್ಷ್ಯ ದೊರೆತಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾದರೆ ಬೆಳಗು ಮುಂಜಾನೆಯೇ ಏಕೆ ಹೃದಯಾಘಾತ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಈಗ ಸಂಶೋಧಕರಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಮುಂಜಾನೆಯ ಸಮಯ ಹಾರ್ಮೋನು ಹಾಗೂ ಕೆಲವು ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿಮಿತಿಗಳ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುವ ಮತ್ತು ರಕ್ತದ ಪುಟಾಣಿ ಫಲಕಗಳ ಗುಂಪುಗೂಡುವಿಕೆಗೆ (Blood Platelet Aggregation) ಕಾರಣವಾಗುವ ಅಹರ್ನಿಶಲಯ (Circadian rythms)ಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಸಂಶೋಧಕರು ಆಸಕ್ತಿವುಳ್ಳವರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಬೆಳಗಿನ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಹೃದಯದ ಬಡಿತ ಹಾಗೂ ರಕ್ತದ ಒತ್ತಡ ಬದಲಾಗುವುದು ಈಗಾಗಲೇ ಗೊತ್ತಿದೆ. ಈ ಘಟನೆ (Phenomena)ಯನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಸುಳಿವು ಕೊಡಬಲ್ಲದು ಎಂದು ನಂಬಿದ್ದಾರೆ. ರಕ್ತದ ಪುಟಾಣಿ ಫಲಕಗಳು ಮುಂಜಾನೆ ಹೆಚ್ಚು ಜಿಗಿ ಜಿಗಿಯಾಗಿರುವುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಮುಲ್ಲರ್, ಈ ಜಿಗಿತನ, ರಕ್ತ ಕರಣೆಗಟ್ಟಲು (Blood clotting) ಸಹಾಯಮಾಡಬಹುದು ಎಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಪಡುತ್ತಾನೆ. ಮುಂಜಾನೆ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಕೆಟಿಕೊಲ್‌ಮೀನುಗಳು (Catecholamines) ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುವುದರಿಂದ ಕಾರ್ನರಿ ನಾಳ (Coronary vessel)ಗಳು ಆಕುಂಚನ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಎದ್ದ ತಕ್ಷಣ ಬೆಳಗಿನ ಚಟುವಟಿಕೆಗೆ ರಕ್ತ ಪೂರೈಸಲು ಹೃದಯಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ರಕ್ತ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಪೂರಕವಾಗಿ ಇವುಗಳು ಬೆಳಗಿನ ಹೃದಯಾಘಾತಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು ಎಂದು ಡಾ. ಮೈಕೇಲ್ ರೊಕ್ಕೊ ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಡುತ್ತಾನೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ

ರೋಗಿಗಳು ಬೆಳಗ್ಗೆ ಎದ್ದ ನಂತರ ಔಷಧವನ್ನು ಸೇವಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ಔಷಧ ತನ್ನ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರಲು 30-60 ನಿಮಿಷಬೇಕು. ಆದ್ದರಿಂದ ಹೀಗೆ ಮಾಡದೇ ತೀವ್ರ ಪರಿಣಾಮ (Quick acting) ಬೀರುವ ಔಷಧಿಗಳನ್ನಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಮುಂಚಿನ ರಾತ್ರಿ ಮಲಗುವ ಮೊದಲು ಬಹಳ ಹೊತ್ತು (Longer Acting) ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುವ ಔಷಧಿಗಳನ್ನಾಗಲಿ ಸೇವಿಸಬೇಕು ಎಂದು ರೊಕ್ಕೊ ಅವರು ಸೂಚಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಹೃದಯಾಘಾತ ಹಾಗೂ ಅರ್ಧಾಂಗವಾಯು ಬೆಳಗಿನ 9 ಗಂಟೆಗೆ ಸಂಭವಿಸುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವ ಬಗ್ಗೆ ಈಗ ಎಲ್ಲ ಸಂಶೋಧಕರಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮತವಿದೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಹೃದಯಾಘಾತವನ್ನು ತಡೆಯುವಲ್ಲಿ, ಗುಣಪಡಿಸುವಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಹೃದಯಾಘಾತ ಯಾಕೆ ಸಂಭವಿಸುವುದು ಎಂಬುದನ್ನು ಅರಿಯುವಲ್ಲಿ ಈ ನಿರೀಕ್ಷಣೆ ಮಹತ್ವದ ಸುಳಿವನ್ನು ಕೊಡಬಲ್ಲದು ಎಂದು ತಜ್ಞರು ನಂಬಿದ್ದಾರೆ.

[ಆಧಾರ : ಸೈನ್ಸ್, ಜುಲೈ 1986]

ಸುರಕ್ಷಿತ ಬೀಡಿಗಳು :

ಬಡವರ ಸಿಗರೇಟ ಎಂದೇ ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾದ ಬೀಡಿ, ಬಡ ಧೂಮಪಾನಿಯ ಆಯ್ಕೆ. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ತಯಾರಾಗುವ ಸಿಗರೇಟೊಂದನ್ನು ಸೇದಿದರೆ ಧೂಮಪಾನಿಯ 22 ಮಿ. ಗ್ರಾಂ. ಡಾಂಬರನ್ನು (Tar) ದೇಹದಲ್ಲಿ ಸೇವಿಸುತ್ತಾನೆ. ಅದೇ ಒಂದು ಬೀಡಿಯನ್ನು ಸೇದಿದಾಗ 23-40 ಮಿ.ಗ್ರಾಂ. ಡಾಂಬರನ್ನು ಆತ ಸೇವಿಸುತ್ತಾನೆ. ಈ ಡಾಂಬರದಲ್ಲಿರುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳೇ ಬಾಯಿಯ ಹಾಗೂ ಪುಪ್ಪುಸದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಗೆ ಕಾರಣ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಸಿಗರೇಟ ಪ್ಯಾಕೆಟ್ಟಿನ ಮೇಲೆ " ಸಿಗರೇಟ ಸೇದುವುದು ಅಪಾಯಕರ " ಎಂಬ ಎಚ್ಚರಿಕೆಯನ್ನು ಮುದ್ರಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅದೇಕೋ ಬೀಡಿ ಕಟ್ಟಿನ ಮೇಲೆ ಮಾತ್ರ ಇಲ್ಲ.

ಮುಂಬೈನ ಕ್ಯಾನ್ಸರ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆಯವರು ಈ ಬೀಡಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಸುರಕ್ಷಿತ ಮಾಡುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಈಗ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಸೇದುವ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಹತ್ತಿಯ ಶೋಧಕ (Filter) ಹಾಕಿ ಬೀಡಿಯನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇದರಿಂದ ಹೊರಡುವ ಡಾಂಬರನ್ನು ಡಾ. ಕಸ್ತೂರಿ ಜಯಂತ ಪರಿಮಾಣಾತ್ಮಕ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಮಾಡಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಬೀಡಿಯಿಂದ ಹೊರಡುವ ಡಾಂಬರಿನೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿ ನೋಡಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಶೋಧಕ ಹೊಂದಿದ ಬೀಡಿಯೊಂದರಿಂದ ಕೇವಲ 7-12 ಮಿ.ಗ್ರಾಂ. ಡಾಂಬರ ಮಾತ್ರ ಹೊರಡುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಅಲ್ಲದೇ ಈ ಬೀಡಿಗಳನ್ನು ಕಾರ್ಖಾನೆ ಕೆಲಸಗಾರರಿಗೆ ಕೊಟ್ಟಾಗ ಅದರ ಸ್ವಾದ ಅವರಿಗೆ ಗ್ರಾಹ್ಯವಾಗಿದೆ. " ಈ ಸರಳ ಹಾಗೂ ಕಡಿಮೆ ಬೆಲೆಯ ಸುಧಾರಣೆಯನ್ನು ಬೀಡಿ ತಯಾರಕರು ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡರೆ, ಕ್ಯಾನ್ಸರ ರೋಗದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಭಯ ಕಡಿಮೆಯಾಗಬಹುದು " ಎಂದು ಡಾ. ಜಯಂತ ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ.

[ಆಧಾರ : New Scientist 26-6-86]

ಸರ್ವೋತ್ತಮ ವೈ. ಅಂಬೇಕರ

Reg. No. R.N. 17176/69